



TUGAS AKHIR RC14 – 1501

**PERENCANAAN STASIUN PEMBERHENTIAN MONOREL
KORIDOR I PADA JALAN MERDEKA, KOTA BANDUNG**

ANGGIT LESTARI PUTRI
NRP. 3114 106 040

Dosen Pembimbing :
Ir. Wahyu Herijanto, MT.

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR RC 14-1501

**PERENCANAAN STASIUN PEMBERHENTIAN MONOREL
KORIDOR I PADA JALAN MERDEKA, KOTA BANDUNG**

ANGGIT LESTARI PUTRI
3114106040

Dosen Pembimbing:
Ir. Wahyu Herijanto, MT.

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017



TUGAS AKHIR RC 14-1501

MONORAIL STATION DESIGN CORIDOR 1 ON MERDEKA STREET, BANDUNG

ANGGIT LESTARI PUTRI
3114106040

Advisor:
Ir. Wahyu Herijanto, MT.

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017

**PERENCANAAN STASIUN PEMBERHENTIAN
MONOREL KORIDOR I PADA JALAN MERDEKA
KOTA BANDUNG**

TUGAS AKHIR

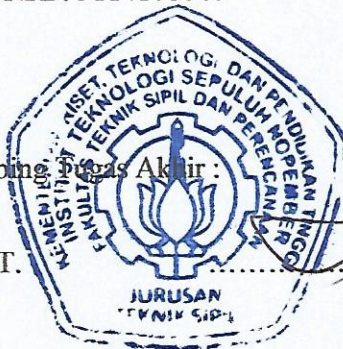
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Transportasi
Program Studi S-1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ANGGIT LESTARI PUTRI
NRP. 3114106040

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Ir. Wahyu Herijanto, MT.



SURABAYA
JANUARI, 2017

PERENCANAAN STASIUN PEMBERHENTIAN MONOREL KORIDOR 1 PADA JALAN MERDEKA, KOTA BANDUNG

Nama : Anggit Lestari Putri
NRP : 3114106040
Jurusan : S1 Lintas Jalur Teknik Sipil
Dosen Pembimbing : Ir. Wahyu Herijanto, MT.

Abstrak

Pemerintah Kota Bandung merencanakan transportasi massal berbasis rel berupa Monorel untuk melayani pengguna transportasi publik di Kota Bandung. Monorel ini direncanakan memiliki dua koridor yaitu koridor I menghubungkan antara Bandung bagian utara ke bagian selatan dan koridor II menghubungkan antara bagian timur ke barat. Sistem transportasi monorel harus didukung stasiun pemberhentian yang berfungsi sebagai akses bagi penumpang untuk naik dan turun dari moda monorel.

Untuk mendapatkan bentuk dan luasan stasiun pemberhentian yang baik, maka perlu mempertimbangkan jumlah penumpang naik-turun yang dilayani dari perhitungan headway, monorel yang digunakan, dan antrian yang terjadi pada saat pembelian tiket.

Dengan analisis yang dilakukan, pada jalan Merdeka didapat jumlah penumpang naik rencana sebesar 269 penumpang/jam dan jumlah penumpang turun rencana sebesar 354 penumpang/jam dari analisis jumlah kendaraan keluar-masuk pusat kegiatan ditambah dengan jumlah penumpang naik-turun angkutan umum. Luasan peron yang diperlukan untuk umur rencana 10 tahun mendatang berdasarkan jumlah penumpang dalam waktu tunggu kedatangan monorel (*headway*) sebesar 2,63 m² dan luasan bangunan stasiun

sebesar 263,57 m², dengan monorel berkapasitas 358 penumpang. Antrian yang terjadi di stasiun pemberhentian pada saat pembelian tiket adalah FIFO (First In First Out).

Kata Kunci : Monorel, Stasiun Pemberhentian Monorel, Demand Penumpang, Headway

MONORAIL STATION DESIGN CORIDOR I ON MERDEKA STREET, BANDUNG

Name : Anggit Lestari Putri
NRP : 3114106040
Department : Civil Engineering
Advisor : Ir. Wahju Herijanto, MT.

Abstract

Bandung City Government planned rail-based mass transit monorail to the airport users in the form of public transportation in the city of Bandung. The monorail is planned to have two corridors, namely corridors I connect the northern part of Bandung to the south and corridor II connects the east to the west. Monorail transport system must be supported termination station that serves as access for passengers to get on and off modes of the monorail.

To get the form and extent of station stops were good, it is necessary to consider the number of passengers up and down which is served from the calculation of headway, the monorail is used, and queues that occur at the time of ticket purchase.

With the analysis, the Merdeka obtained the number of passengers riding the plan was 269 passengers / hour and the number of passengers dropped plans for 354 passengers / hour of analysis of the number of vehicles in and out of the center of activity coupled with the number of passengers up and down public transportation.

The area of the platform required for a design life of 10 years based on the number of passengers in the waiting time of arrival monorail (Headway) amounted to 263,57 m²,

with a capacity of 358 passengers monorail. Queues that occurred at station stops at the time of ticket purchase is FIFO (First In First Out).

Keywords: monorail, monorail Termination Station, Passenger Demand, Headway

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Lokasi Studi	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Monorel.....	7
2.1.1 Kelebihan dan Kekurangan Monorel	7
2.1.2 Spesifikasi Monorel	8
2.2 Stasiun Pemberhentian	11
2.2.1 Spesifikasi Teknis Bangunan Stasiun	11
2.2.2 Persyaratan Teknis Peron.....	13
2.2.3 Jalur Pejalan Kaki	15
2.3 Sumber Data dan Jenis Data	16
2.4 Demand Penumpang Monorel	17
2.5 Model Analisis Regresi Linear.....	17
2.6 <i>Headway</i> Monorel	18
2.6.1 <i>Dead Zone</i>	18
2.6.2 <i>Queueing Area</i>	19
2.6.3 <i>Walking Area</i>	19

2.7 Level of Service (LOS)	19
2.8 Analisis Antrian	22
2.8.1 Proses Antrian	22
2.8.2 Komponen Antrian.....	24
2.8.3 Parameter Antrian	25
2.8.4 Kebijakan yang Dapat Dilakukuan	27

BAB III METODOLOGI

3.1 Studi Literatur	29
3.2 Pengumpulan Data	29
3.3 Metodologi Survey.....	30
3.4 Penggambaran Lokasi Eksisting	32
3.5 Analisis Demand Penumpang	32
3.6 Analisis Bentuk dan Dimensi Stasiun	33
3.7 Gambar Rencana	33
3.8 Diagram Alir	34

BAB IV PENGUMPULAN DATA

4.1 Pengumpulan Data	35
4.1.1 Data Geometrik Ruas Jalan yang Ditinjau	35
4.1.2 Data Survey Penumpang Naik-Turun	37
4.1.3 Data Survey Jumlah Kendaraan Keluar-Masuk	46
4.1.4 Data Survey Jumlah Kendaraan Bermotor	63
4.2 Data Jumlah Kendaraan Bermotor Kota Bandung	64
4.3 Data Jumlah Penduduk Kota Bandung.....	65

BAB V ANALISIS DATA

5.1 Demand Monorel	67
5.2 Analisis Demand Penumpang Naik-Turun	72
5.3 Desain Stasiun Pemberhentian Monorel	79
5.3.1 Analisis Headway.....	79

5.3.2 Monorel yang Digunakan.....	86
5.3.3 Analisis Antrian	87
5.3.4 Akses Penumpang ke Stasiun Monorel.....	93

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan.....	95
6.2 Saran	95

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Lokasi Studi	4
Gambar 1.2 Peta Ruas Jalan Merdeka	4
Gambar 1.3 Rencana Rute dan Stasiun Monorel	5
Gambar 2.1 Tipe Stasiun Pemberhentian	13
Gambar 3.1 Potongan Melintang Ruas Jalan Merdeka	30
Gambar 3.2 Posisi Surveyor	31
Gambar 3.2 Diagram Alir	34
Gambar 4.1 Potongan Melintang Ruas Jalan Merdeka	35
Gambar 4.2 Foto Titik Survey Naik-Turun Penumpang	36
Gambar 4.3 Foto Titik Survey Kendaraan Keluar Masuk	36
Gambar 4.4 Foto Survey Jumlah Kendaraan	36
Gambar 4.5 Titik Survey Naik-Turun Penumpang	37
Gambar 4.6 Foto Titik Survey Kendaraan Keluar Masuk	46
Gambar 4.7 Titik Survey Jumlah Kendaraan	63
Gambar 5.1 Grafik Hasil Regresi Sepeda Motor	68
Gambar 5.2 Grafik Hasil Regresi Mobil Pribadi	69
Gambar 5.3 Grafik Hasil Regresi Jumlah Penduduk	70
Gambar 5.4 Dead Zone, Queueing Area dan Walking Area	81
Gambar 5.5 Dimensi Monorel Bombardier	86
Gambar 5.6 Posisi Peron dan Monorel	87
Gambar 5.6 Ilustrasi Antrian FIFO	92

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Monorel Hitachi	8
Tabel 2.2 Spesifikasi Monorel Bombardier	9
Tabel 2.3 Spesifikasi Monorel Scomi	9
Tabel 2.4 Spesifikasi Monorel Metrail	10
Tabel 2.5 Spesifikasi Monorel Intamin	11
Tabel 2.6 Lebar Peron Minimum	14
Tabel 2.7 Penambahan Jalur Pejalan Kaki	16
Tabel 2.8 Level of Service (LOS) Queueing area	19
Tabel 2.9 Level of Service (LOS) Walking area	21
Tabel 2.9 Level of Service (LOS) Tangga	22
Tabel 4.1 Data Jumlah Penumpang Naik-Turun Hari Selasa	38
Tabel 4.2 Data Jumlah Penumpang Naik-Turun Hari Rabu	40
Tabel 4.3 Data Jumlah Penumpang Naik-Turun Hari Kamis	42
Tabel 4.4 Data Jumlah Penumpang Naik-Turun Hari Sabtu	44
Tabel 4.5 Data Jumlah Kendaraan Masuk Pusat Kegiatan Hari Selasa	47
Tabel 4.6 Data Jumlah Kendaraan Keluar Pusat Kegiatan Hari Selasa	49
Tabel 4.7 Data Jumlah Kendaraan Masuk Pusat Kegiatan Hari Rabu	51
Tabel 4.8 Data Jumlah Kendaraan Keluar Pusat Kegiatan Hari Rabu	53
Tabel 4.9 Data Jumlah Kendaraan Masuk Pusat Kegiatan Hari Kamis	55
Tabel 4.10 Data Jumlah Kendaraan Keluar Pusat Kegiatan Hari Kamis	57
Tabel 4.11 Data Jumlah Kendaraan Masuk Pusat Kegiatan Hari Sabtu	59

Tabel 4.12 Data Jumlah Kendaraan Keluar Pusat Kegiatan Hari Sabtu	61
Tabel 4.13 Data Jumlah Kendaraan Bermotor Jalan Merdeka ...	63
Tabel 4.14 Data Jumlah Sepeda Motor di Kota Bandung	64
Tabel 4.15 Data Jumlah Mobil Pribadi di Kota Bandung	64
Tabel 4.16 Data Jumlah Penduduk di Kota Bandung	65
Tabel 5.1 Data Jumlah Kendaraan di Jalan Merdeka	67
Tabel 5.2 Hasil Regresi Sepeda Motor pada Jalan Merdeka	68
Tabel 5.3 Hasil Regresi Mobil Pribadi pada Jalan Merdeka	69
Tabel 5.4 Hasil Regresi Jumlah Penduduk Kota Bandung	70
Tabel 5.5 Data Jumlah Demand Monorel	72
Tabel 5.6 Potensi Demand Monorel pada Stasiun Pemberhentian di Jalan Merdeka Tahun 2016	75
Tabel 5.7 Potensi Demand Monorel pada Stasiun Pemberhentian di Jalan Merdeka Tahun 2026	78
Tabel 5.8 Hasil Perhitungan Headway Monorel Tahun 2016	80
Tabel 5.9 Hasil Perhitungan Headway Monorel Tahun 2026	80
Tabel 5.10 Jumlah Penumpang Tiap Monorel Tahun 2016	82
Tabel 5.11 Jumlah Penumpang Tiap Monorel Tahun 2026	82
Tabel 5.12 Jumlah Pejalan Kaki Tahun 2016.....	84
Tabel 5.13 Jumlah Pejalan Kaki Tahun 2026.....	84
Tabel 5.14 Analisis Antrian di Loket Penjualan Tiket	89
Tabel 5.15 Analisis Antrian di Gate Masuk Peron	89
Tabel 5.16 Analisis Antrian di Gate Keluar Peron	89
Tabel 5.17 Level of Service	94

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Bandung sebagai pusat kegiatan di Provinsi Jawa Barat memerlukan suatu sistem transportasi perkotaan yang efisien. Kemacetan dan pertumbuhan penduduk yang dari tahun ke tahun meningkat cukup pesat menyebabkan meningkatnya kebutuhan masyarakat akan transportasi umum yang baik dan layak. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, Pemerintah Kota Bandung merencanakan transportasi massal berbasis rel berupa Monorel karena sesuai dengan kondisi di Kota Bandung saat ini. Monorel yang direncanakan akan dibangun secara *elevated double track* dengan pilar penyangga di atas median jalan atau bahu jalan sehingga tidak banyak membutuhkan lahan.

Monorel Kota Bandung direncanakan memiliki dua koridor yaitu koridor I dan koridor II. Koridor I menghubungkan antara Bandung bagian utara ke bagian selatan, sementara koridor II menghubungkan antara Bandung bagian timur ke bagian barat.

Sistem transportasi monorel harus disertai dengan sarana dan prasarana pendukung pergerakannya, antara lain adalah stasiun pemberhentian yang berfungsi sebagai akses bagi penumpang untuk naik dan turun dari moda monorel tersebut. Bentuk stasiun pemberhentian monorel harus direncanakan secara baik dan benar untuk memberikan pelayanan terbaik bagi pengguna monorel. Stasiun pemberhentian monorel harus dapat menampung jumlah antrian penumpang yang akan menggunakan moda monorel tersebut. Luasan stasiun pemberhentian tergantung dari jumlah penumpang pada stasiun tersebut dan armada monorel yang digunakan.

Perencanaan moda transportasi monorel pada Koridor I arah Utara – Selatan memiliki panjang lintasan sejauh 10,15 km serta memiliki 15 titik stasiun pemberhentian. Penentuan lokasi stasiun pemberhentian tersebut didasari atas persyaratan umum tempat pemberhentian, salah satunya yaitu dekat dengan pusat kegiatan

berupa kawasan perdagangan (pasar, pertokoan, *mall*), perkantoran, serta kawasan pendidikan (sekolah atau kampus), sehingga akan menarik pelaku pergerakan (*trip user*) yang nantinya akan mempengaruhi jumlah *demand* penumpang pada stasiun pemberhentian.

Pada Tugas Akhir ini lokasi studi yang dipilih adalah rencana stasiun pemberhentian monorel pada ruas Jalan Merdeka, Kota Bandung, tepatnya di depan *mall* Bandung Indah Plaza (BIP). Pada lokasi tersebut terdapat banyak potensi yang menjadi tarikan yaitu pengunjung *mall* dan karyawan BIP, Toko Buku Gramedia, *Factory Outlet* Merdeka, serta penghuni Apartemen LaGrande Merdeka. Hasil dari Tugas Akhir ini diharapkan dapat menjadi masukan dan pembandingan bagi pemerintah untuk menyediakan prasarana transportasi monorel di Kota Bandung.

1.2 Rumusan Masalah

Mengacu pada latar belakang yang sudah diuraikan sebelumnya, rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Berapa besar *demand* penumpang pada stasiun pemberhentian monorel di Jalan Merdeka (BIP)?
- b. Bagaimana bentuk, luasan dan dimensi stasiun pemberhentian monorel di Jalan Merdeka (BIP) untuk umur rencana 10 tahun?

1.3 Batasan Masalah

Agar masalah yang dibahas tidak terlalu meluas sehingga akan menyinggung dari pokok permasalahan serta adanya keterbatasan waktu dalam penelitian, maka perlu dilakukan pembatasan persoalan dalam penelitian ini, diantaranya:

- a. Tidak membahas tarif perjalanan,
- b. Tidak membahas metode pelaksanaan,
- c. Tidak membahas Rencana Anggaran Biaya (RAB),
- d. Tidak membahas perhitungan struktural pada stasiun pemberhentian Monorel,

- e. Tidak memperhitungkan bangkitan dari rumah pada lokasi studi tersebut,
- f. Perhitungan *demand* berdasarkan jumlah tarikan pada lokasi studi tersebut.

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditentukan, adapun beberapa tujuan yang ingin dicapai dari tugas akhir ini antara lain:

- a. Mengetahui besar *demand* penumpang pada stasiun pemberhentian monorel di Jalan Merdeka (BIP).
- b. Mengetahui luasan, bentuk dan dimensi stasiun pemberhentian monorel di Jalan Merdeka (BIP) untuk umur rencana 10 tahun.

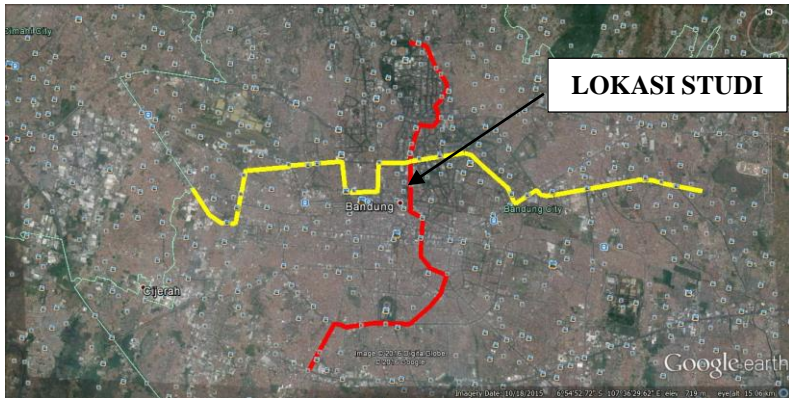
1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan akan diperoleh beberapa manfaat, yaitu :

- a. Sebagai referensi atau pembanding dalam merencanakan pemberhentian monorel di Bandung Koridor I atau untuk perencanaan di koridor lain atau di kota lain.
- b. Dapat digunakan sebagai masukan untuk Departemen Perhubungan dalam merencanakan stasiun pemberhentian dan akses bagi penumpang monorel.

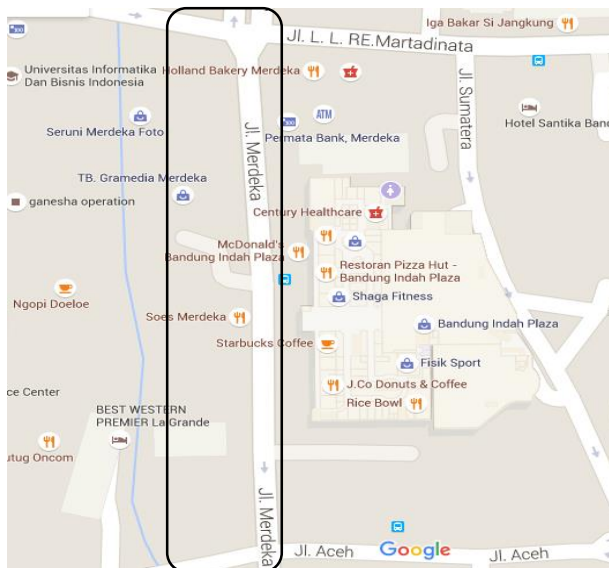
1.6 Lokasi Studi

Pada Tugas Akhir ini lokasi yang ditinjau adalah rencana stasiun pemberhentian monorel pada ruas Jalan Merdeka, Bandung, tepatnya di depan *mall* Bandung Indah Plaza. Hal tersebut dapat dilihat pada **Gambar 1.1**.



Gambar 1.1 Peta Lokasi Studi

Sumber : Google Earth, 2016



Gambar 1.2 Peta Ruas Jalan Merdeka

Sumber : Google Maps, 2016



Gambar 1.3 Rencana Route dan Stasiun Monorel Kota Bandung Koridor I
Sumber : lrt-bandung.go.id, 2014

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Monorel

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan No. 37 (2014), kereta api monorel adalah kereta api yang jalurnya hanya terdiri dari satu rel tunggal dengan profil tertentu. Jalur monorel tidak seperti jalur kereta yang biasa dijumpai yang terdiri dari dua rel paralel. Rel tersebut terbuat dari beton bertulang pratekan ataupun dari besi profil. Letak kereta api monorel dapat didesain menggantung pada rel atau di atas rel. Sampai saat ini terdapat dua jenis monorel, yaitu

- Tipe *straddle-beam* dimana kereta berjalan di atas rel.
- Tipe *suspended* dimana kereta bergantung dan melaju di bawah rel.

2.1.1 Kelebihan dan Kekurangan Monorel

Sistem transportasi monorel memiliki kekurangan dan kelebihan diantaranya sebagai berikut.

a. Kelebihan penggunaan monorel :

- Membutuhkan ruang yang kecil baik ruang vertikal maupun horizontal. Lebar yang diperlukan adalah selebar kereta dan karena dibuat di atas jalan, hanya membutuhkan ruang untuk tiang penyangga.
- Terlihat lebih ringan daripada kereta konvensional dengan rel terelevasi dan hanya menutupi sebagian kecil langit.
- Tidak bising karena menggunakan roda karet yang berjalan di beton.
- Bisa menanjak, menurun, dan berbelok lebih cepat dibanding kereta biasa.
- Lebih aman karena dengan kereta yang memegang rel, risiko terguling jauh lebih kecil.
- Resiko menabrak pejalan kaki pun sangat minim.

- Lebih murah untuk dibangun dan dirawat dibanding kereta bawah tanah.
- b. Kekurangan monorel :
 - Dibanding dengan kereta bawah tanah, monorel terasa lebih memakan tempat.
 - Dalam keadaan darurat, penumpang tidak bisa langsung dievakuasi karena tidak ada jalan keluar kecuali di stasiun.
 - Sistem monorel telah dibangun di banyak negara di dunia, banyak di antaranya adalah rel tinggi melintasi wilayah ramai yang mungkin akan membutuhkan pembangunan jalur bawah tanah yang mahal atau kerugian dari jalur atas tanah.

2.1.2 Spesifikasi Monorel

Berbagai jenis monorel yang digunakan di beberapa kota besar dunia memiliki spesifikasi yang berbeda-beda. Adapun spesifikasi beberapa monorel tersebut dapat dilihat pada uraian berikut.

1. Hitachi Monorail

Tabel 2.1 Spesifikasi Monorel 'Hitachi'

	Large Type	Small Type
Weight	11 ton	8 ton
Train Configuration	4 cars	4 cars
Nominal Capacity	415 passengers / train Seating: 177 Standing: 238	194 passengers / train Seating: 88 Standing: 106
Planned Capacity	692 passengers / train	315 passengers / train
Full Capacity	966 passengers	406 passengers /
Maximum Operating Speed	80 km/h	60 km/h

Tabel 2.1 Spesifikasi Monorel 'Hitachi' (Lanjutan)

	Large Type	Small Type
Track Beam	Width: 850 mm Height: 1500 mm Center to center distance: 3700 mm	Width: 700 mm Height: 1300 mm Center to center distance: 3250 mm
Maximum Grades	6%	6%
Minimum Curve Radius	70 m	40 m

Sumber: hitachi-rail.com, 2010

2. Bombardier Monorail

Tabel 2.2 Spesifikasi Monorel 'Bombardier'

	Type INNOVIA Monorail 300
Length Overall	50,110 mm
Width Overall	3,147 mm
Weigth (average)	14,000 kg
Maximum Design Speed	80 km/h
Minimum horizontal curve radius	46 m
Maximum sustained gradient	10%
Recommended max gradient	6% (based on ride quality)
Vehicle Capacity per car train	4- @ 4 pass/m ² = 292 + 64 = 356 pass. @ 6 pass./m ² = 438 + 64 = 502 pass.

Sumber: bombardier.com

3. Scomi Monorail

Tabel 2.3 Spesifikasi Monorel 'Scomi'

	Scomi Monorail
Train Consist	2 / 4 / 6 – car train
Guldebeam Running Surface Width	690 – 800 mm
Length of Train	2-car 23,4 m 4-car 44,8 m 6-car 66,3 m
Width Overall	3,08 m
Height Overall	4,33 m

Tabel 2.3 Spesifikasi Monorel ‘Scomi’ (Lanjutan)

	Scomi Monorail	
Maximum Design Speed	90 km/h	
Maximum Operating Speed	Up to 80 km/h	
Minimum Horizontal Radius	50 m	
Minimum Vertical Radius	500 m	
Capacity per car		
	20 seats 90 @ 4 pass./m ² 97 @ 5 pass./m ² 125 @ 6 pass./m ²	24 seats 79 @ 4 pass./m ² 92 @ 5 pass./m ² 106 @ 6 pass./m ²

Sumber: monorails.org/scomisutra

4. Metrail Monorail

Tabel 2.4 Spesifikasi Monorel ‘Metrail’

	Plus	Super	Ultra
Car Length	10,000 mm	10,000 mm	10,000 mm
Car Width	2,700 mm	2,800 mm	3,000 mm
Overall Car Height	4,225 mm	5,000 mm	5,100 mm
Minimum Turn Radius	28 m	35 m	40 m
Maximum Operating Speed	65 kph	75 kph	85 kph
Maximum Design Speed	100 kph	110 kph	120 kph
Capacity per Car @ 4 pass./m ² @ 6 pass./m ²	46	67	73
	69	101	110
	92	123	134

Sumber : metrail.com, 2010

5. Intamin Monorail

Tabel 2.5 Spesifikasi Monorel ‘Intamin’

	Specifications
Height of Train	2.8 m
Width of Train	2.3 m
Number of cars per train	2 to 10 cars
Length of train	14 m (minimum)
Capacity of train	60 to 350 pass
Typical span between columns	24 m
Optional span between columns	12 to 30 m
Recommended height over ground	6 m
Max. recommended gradient	8 to 10%
Min. turn radius	30 m

Sumber : intaminworldwide.com, -

2.2 Stasiun Pemberhentian

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan No. 271 (1996), stasiun pemberhentian adalah tempat perhentian kendaraan penumpang umum yang digunakan untuk menurunkan dan/atau menaikkan penumpang yang dilengkapi dengan bangunan.

2.2.1 Spesifikasi Teknis Bangunan Stasiun

Dalam perencanaan bangunan stasiun perlu diperhatikan macam-macam spesifikasi teknis baik pada bagian bangunan maupun peron stasiun tersebut. Spesifikasi teknis untuk bangunan stasiun antara lain:

- Konstruksi, material, desain, ukuran dan kapasitas bangunan sesuai dengan standar kelayakan, keselamatan dan keamanan serta kelancaran sehingga seluruh bangunan stasiun dapat berfungsi secara handal.
- Memenuhi persyaratan keselamatan dan keamanan gedung dari bahaya banjir, bahaya petir, bahaya kelistrikan dan bahaya kekuatan konstruksi.
- Instalasi pendukung gedung sesuai dengan peraturan perundangundangan tentang bangunan, mekanikal elektrik, dan pemipaan gedung (*plumbing*) bangunan yang berlaku. Luas bangunan ditetapkan untuk:

1. Gedung kegiatan pokok dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$L = 0,64 \text{ m}^2/\text{orang} \times V \times LF \quad \dots\dots\dots \text{Pers 2.1}$$

Dimana:

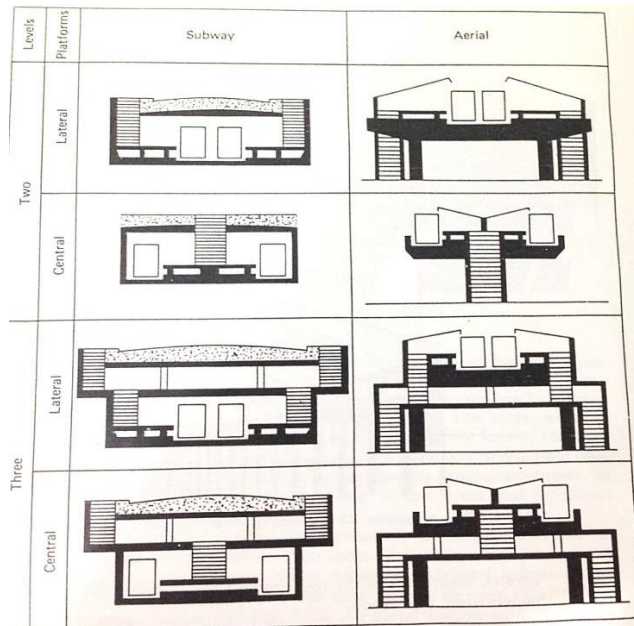
L = Luas bangunan (m^2)

V = Jumlah rata-rata penumpang per jam sibuk dalam satu tahun (orang)

LF = *Load factor* (80%).

2. Gedung kegiatan penunjang dan gedung jasa pelayanan khusus di stasiun kereta api, ditetapkan berdasarkan kebutuhan.
- d. Menjamin bangunan stasiun dapat berfungsi secara optimal dari segi tata letak ruang gedung stasiun, sehingga pengoperasian sarana perkeretaapian dapat dilakukan secara nyaman.
- e. Komponen gedung meliputi:
 1. gedung atau ruangan;
 2. media informasi (papan informasi atau audio);
 3. fasilitas umum, terdiri dari:
 - a) ruang ibadah;
 - b) toilet;
 - c) tempat sampah; dan
 - d) ruang ibu menyusui.
 4. fasilitas keselamatan;
 5. fasilitas keamanan;
 6. fasilitas penyandang cacat atau lansia;
 7. fasilitas kesehatan.

Adapun tipe-tipe bentuk stasiun pemberhentian untuk melayani penumpang monorel dapat dilihat pada **Gambar 2.1**.



Gambar 2.1 Tipe Stasiun Pemberhentian

Sumber: Vukan R. Vuchic, Urban Public Transportation

2.2.2 Persyaratan Teknis Peron

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan No. 29 (2011) peron berfungsi sebagai tempat yang digunakan untuk aktifitas naik turun penumpang kereta api. Adapun persyaratan teknis untuk peron pada stasiun antara lain:

- a. Persyaratan penempatan peron.
 - Di tepi jalur (*side platform*).
 - Di antara dua jalur (*island platform*)
- b. Persyaratan Pembangunan
 - Peron tinggi, tinggi peron 1000 mm, diukur dari kepala rel;
 - Peron sedang, tinggi peron 430 mm, diukur dari kepala rel; dan

- Peron rendah, tinggi peron 180 mm, diukur dari kepala rel.
- c. Jarak tepi peron ke as jalan rel
 - Peron tinggi, 1600 mm (untuk jalan rel lurus) dan 1650 mm (untuk jalan rel lengkungan);
 - Peron sedang, 1350 mm; dan
 - Peron rendah, 1200 mm.
- d. Panjang peron sesuai dengan rangkaian terpanjang kereta api yang beroperasi.
- e. Lebar peron dihitung berdasarkan jumlah penumpang dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$b = (0,64 \text{ m}^2/\text{orang} \times V \times LF)/I \quad \dots\dots\dots \text{Pers 2.2}$$

Dimana: b = Lebar peron (meter)
 V = Jumlah rata-rata penumpang per jam sibuk dalam satu tahun (orang)
 LF = *Load factor* (80%).
 I = Panjang peron sesuai dengan rangkaian terpanjang kereta api penumpang yang beroperasi (meter).

Hasil penghitungan lebar peron menggunakan formula di atas tidak boleh kurang dari ketentuan lebar peron minimal sebagai berikut:

Tabel 2.6 Lebar Peron Minimal

No	Jenis Peron	Diantara dua jalur (<i>Island platform</i>)	Di tepi jalur (<i>Side platform</i>)
1	Tinggi	2 meter	1,65 meter
2	Sedang	2,5 meter	1,9 meter
3	Rendah	2,8 meter	2,05 meter

Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan (PM 29 Tahun 2011)

- f. Lantai peron tidak menggunakan material yang licin.
- g. Peron sekurang-kurangnya dilengkapi dengan:
 1. lampu;
 2. papan petunjuk jalur;
 3. papan petunjuk arah.

2.2.3 Jalur Pejalan Kaki

Menurut Tata Cara Perencanaan Fasilitas Pejalan Kaki di Kawasan Perkotaan (Bina Marga) Persyaratan teknis untuk merencanakan jalur pejalan kaki antara lain:

1. Lebar dan alinyemen jalur pejalan kaki harus leluasa, minimal bila dua orang pejalan kaki berpapasan, salah satu diantaranya tidak harus turun ke jalur lalu lintas kendaraan.
2. Lebar minimum jalur pejalan kaki adalah 1,50 meter.
3. Maksimum arus pejalan kaki adalah 50 pejalan kaki/menit.
4. Untuk dapat memberikan pelayanan yang optimal kepada pejalan kaki maka jalur harus diperkeras, dan apabila mempunyai perbedaan tinggi dengan sekitarnya harus diben pembatas (dapat berupa kerb atau batas penghalang/*barrier*).
5. Perkerasan dapat dibuat dari blok beton, beton, perkerasan aspal, atau plesteran. Permukaan harus rata dan mempunyai kemiringan melintang 2 - 4 % supaya tidak terjadi genangan air. Kemiringan memanjang disesuaikan dengan kemiringan memanjang jalan dan disarankan kemiringan maksimum adalah 10%.
6. Lebar jalur pejalan kaki harus ditambah, bila patok rambu lalu lintas, kotak surat, pohon peneduh atau fasilitas umum lainnya ditempatkan pada jalur tersebut.
7. Lebar minimum jalur pejalan kaki diambil dari lebar yang dibutuhkan untuk pergerakan 2 orang pejalan kaki secara bergandengan atau 2 orang pejalan kaki yang berpapasan tanpa terjadinya persinggungan. Lebar absolut minimum jalur pejalan kaki ditentukan $2 \times 75 \text{ cm} + \text{jarak antara dengan bangunan-bangunan di sampingnya, yaitu } (2 \times 15 \text{ cm}) = 1,80 \text{ m}$.
8. Besarnya penambahan lebar dapat dilihat pada **Tabel 2.7**

Tabel 2.7 Penambahan Jalur Pejalan Kaki

Fasilitas	Lebar tambahan (cm)
1. Kursi roda	100-120
2. Patok penerangan	75-100
3. Patok lampu lalu-lintas	100-120
4. Rambu lalu-lintas	75-100
5. Kotak surat	100-120
6. Keranjang sampah	100
7. Tanaman peneduh	60-120
8. Pot bunga	150

Sumber : Tata Cara Perencanaan Fasilitas Pejalan Kaki di Kawasan Perkotaan (Bina Marga)

2.3 Sumber Data dan Jenis Data

Data terdiri atas 2 macam, antara lain data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang didapat dari sumber pertama (Umar, 2003). Data Primer merupakan data yang diperoleh langsung dari responden atau objek yang diteliti atau ada hubungannya dengan objek yang diteliti. Data tersebut dapat diperoleh langsung dari objek yang diteliti dan dapat pula berasal dari lapangan (Umar, 2003). Dalam Tugas Akhir ini data primer didapat dari survey lapangan berupa kondisi geometrik lokasi studi, jumlah naik-turun penumpang pada lokasi yang ditinjau, dan jumlah kendaraan keluar masuk pusat kegiatan. Sedangkan data sekunder merupakan data yang telah lebih dulu dikumpulkan dan dilaporkan oleh orang atau instansi di luar peneliti. Walaupun yang dikumpulkan tersebut sesungguhnya adalah data asli (Umar, 2003).

2.4 *Demand Penumpang Monorel*

Analisis *demand* adalah analisis yang digunakan untuk mendapatkan jumlah penumpang pada stasiun pemberhentian monorel yang akan direncanakan. Analisis tersebut didapatkan dari hasil survey jumlah naik-turun penumpang ditambah dengan survey jumlah kendaraan keluar-masuk pusat kegiatan. Dari hasil jumlah naik-turun penumpang berpotensi 100% beralih menggunakan monorel. Hal ini dikarenakan jalur angkutan umum yang berhimpitan dengan jalur rencana monorel tersebut, sehingga dipastikan orang akan beralih 100% menggunakan moda transportasi monorel.

Sedangkan untuk jumlah kendaraan pada ruas jalan lokasi studi dan hasil jumlah kendaraan keluar-masuk pusat kegiatan berpotensi 100% beralih menggunakan monorel itu dirasa sangat optimis, sehingga digunakan nilai yang cukup realistis sekitar 30% dari jumlah kendaraan pada ruas jalan dan jumlah kendaraan keluar-masuk pusat kegiatan. Nilai 30% dari jumlah kendaraan keluar-masuk pusat kegiatan diambil berdasarkan hasil *research* (Carmen Hass Klau, 2009) di beberapa kota besar di Eropa yang menunjukkan perubahan dari pengguna kendaraan pribadi beralih ke LRT atau monorel.

2.5 *Model Analisis Regresi Linear*

Analisis regresi linier adalah metode statistik yang dapat digunakan untuk mempelajari hubungan, antar sifat permasalahan yang sedang diselidiki. Model analisis regresi linier dapat memodelkan hubungan antara dua variabel atau lebih. Pada model ini terdapat variabel terikat (Y) yang mempunyai hubungan fungsional dengan satu atau lebih variabel bebas (X).

Dalam kasus yang paling sederhana hubungan secara umum dapat dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$Y = a + b X \quad \text{..... Pers 2.3}$$

Dimana: Y = variabel terikat

X = variabel bebas

a = intersep atau konstanta regresi

b = koefisien regresi

Parameter a dan b dapat diperkirakan dengan menggunakan metode kuadrat terkecil yang meminimumkan total kuadrat residual antara hasil model dengan hasil pengamatan. Nilai parameter a dan b bisa di dapatkan dari persamaan berikut :

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \dots\dots\dots \text{Pers 2.4}$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \dots\dots\dots \text{Pers 2.5}$$

2.6 *Headway Monorel*

Didalam perencanaan stasiun pemberhentian monorel diperlukan analisis *headway*. Rumus perhitungan *headway* kebutuhan adalah sebagai berikut

$$h = 60 \times \text{Kapasitas} \times (\text{LF/Jumlah Pnp}) \dots\dots\dots \text{Pers 2.6}$$

Dari *headway* kebutuhan nantinya akan mendapatkan jumlah penumpang dalam waktu tunggu kedatangan monorel di stasiun pemberhentian. Dengan jumlah kedatangan penumpang tersebut nantinya akan berpengaruh terhadap luasan fasilitas berupa ruang tunggu kedatangan monorel (peron). Didalam perencanaan peron terdapat 3 bagian yang perlu diperhitungkan untuk memberikan kenyamanan terhadap para penumpang yang akan menaiki moda transportasi monorel, yaitu:

2.6.1 *Dead Zone*

Dead zone adalah suatu zona atau suatu jalur pada peron yang dikhususkan untuk penumpang turun dari moda transportasi monorel sehingga dengan adanya zona tersebut diharapkan tidak adanya konflik antara penumpang turun dengan penumpang yang akan naik saat monorel tiba pada stasiun pemberhentian. Ukuran dari *dead zone* mengikuti lebar dari pintu moda transportasi dan lebar dari *queueing area*.

2.6.2 *Queueing Area*

Queueing area merupakan area yang di sediakan pada peron untuk penumpang sebagai tempat menunggu kedatangan monorel. Luasan *queueing area* dapat ditentukan berdasarkan banyaknya jumlah penumpang yang mengatri dalam waktu tunggu kedatangan monorel (*headway*). Posisi *queueing area* berada di samping pintu dari monorel agar mempermudah penumpang untuk masuk kedalam monorel. Persamaan untuk menghitung *queueing area* adalah sebagai berikut.

$$L = 0.9 \text{ m}^2/\text{orang} \times V \dots\dots\dots \text{Pers 2.7}$$

2.6.3 *Walking Area*

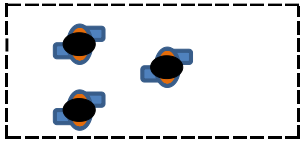
Walking area adalah jalur pejalan kaki yang disediakan pada peron sebagai akses bagi penumpang yang masuk peron menuju *queueing area* maupun penumpang yang turun dari monorel menuju keluar peron. Persamaan untuk menghitung *walking area* adalah sebagai berikut.

$$L = 2,2 \text{ m}^2/\text{orang} \times V \dots\dots\dots \text{Pers 2.8}$$

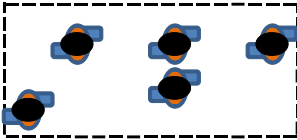
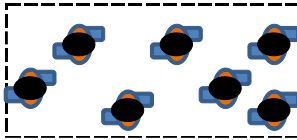
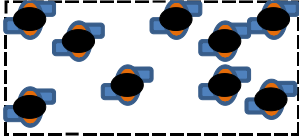
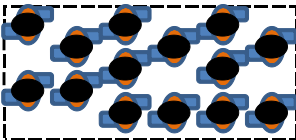
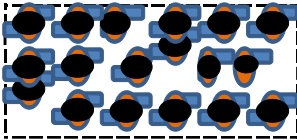
2.7 *Level of Service (LOS)*

Masing-masing bagian dari peron memiliki kriteria *level of service* (LOS). Untuk kelas *Level of Service* (LOS) dari *queueing area* dijelaskan pada **Tabel 2.8**

Tabel 2.8 *Level of Service (LOS) Queueing Area*

Level of Service (LOS)	Ilustrasi Gambar
LOS A Luas > 1,2 m ² /orang Jarak ≥ 1,2 m Berdiri dan sirkulasi bebas tanpa mengganggu yang lain	LOS A 


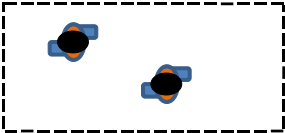
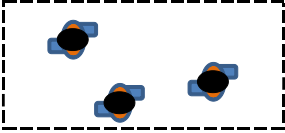
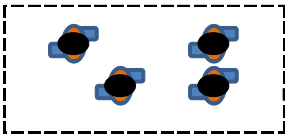
Tabel 2.8 *Level of Service (LOS) Queueing Area (Lanjutan)*

Level of Service (LOS)	Ilustrasi Gambar
<p>LOS B</p> <p>Luas 0,9 - 1,2 m²/orang Jarak 1,1 - 1,2 m Berdiri dan sirkulasi tidak begitu bebas agar tidak mengganggu yang lain</p>	<p>LOS B</p> 
<p>LOS C</p> <p>Luas 0,7 – 0,9 m²/orang Jarak 0,9 - 1,1 m Berdiri dan sirkulasi terbatas memungkinkan saling terganggu batas kenyamanan minimum</p>	<p>LOS C</p> 
<p>LOS D</p> <p>Luas 0,3 – 0,7 m²/orang Jarak 0,6 – 0,9 m Tidak mungkin berdiri tanpa menyentuh orang lain sirkulasi terbatas</p>	<p>LOS D</p> 
<p>LOS E</p> <p>Luas 0,2 – 0,3 m²/orang Jarak ≤ 0,6 m Berdiri dengan kontak fisik, sirkulasi tidak mungkin</p>	<p>LOS E</p> 
<p>LOS F</p> <p>Luas ≤ 0,2 m²/orang Jarak close contact Berdesak-desakan</p>	<p>LOS F</p> 

Sumber : Transportation Research Board

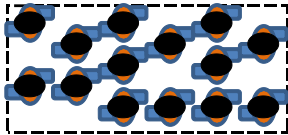
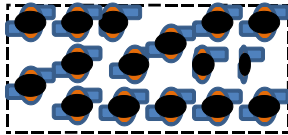
Untuk kelas *Level of Service* (LOS) dari *walking area* dijelaskan pada **Tabel 2.9**

Tabel 2.9 *Level of Service* (LOS) *Walking Area*

Level of Service (LOS)	Ilustrasi Gambar
<p>LOS A</p> <p>Space $\geq 3,3 \text{ m}^2/\text{ped}$ Flow rate $\leq 6,1 \text{ ped/min/m}$ Pejalan kaki bebas memilih ruang Pejalan kaki bebas memilih kecepatan</p>	<p>LOS A</p> 
<p>LOS B</p> <p>Space $2,3 \text{ m}^2 - 3,3 \text{ m}^2/\text{ped}$ Flow rate $\leq 21,3 \text{ ped/min/ft}$ Pejalan kaki mulai harus memperhatikan pejalan kaki lain, tetapi masih bisa mendahului dengan bebas</p>	<p>LOS B</p> 
<p>LOS C</p> <p>Space $1,4 \text{ m}^2 - 2,2 \text{ m}^2/\text{ped}$ Flow rate $\leq 30,5 \text{ ped/min/ft}$ Kecepatan dan volume menurun Mulai terganggu pejalan kaki dari arah depan</p>	<p>LOS C</p> 
<p>LOS D</p> <p>Space $0,93 \text{ m}^2 - 1,4 \text{ m}^2/\text{ped}$ Flow rate $\leq 45,7 \text{ ped/min/ft}$ Konflik dengan pejalan kaki dari arah depan terganggu Tidak bisa mendahului dengan bebas</p>	<p>LOS D</p> 

Sumber : Transportation Research Board

Tabel 2.9 *Level of Service (LOS) Walking Area (Lanjutan)*

Level of Service (LOS)	Ilustrasi Gambar
LOS E Space $0,46 \text{ m}^2 - 0,92 \text{ m}^2$ Flow rate $\leq 76,2 \text{ ped/min/ft}$ Sangat sulit mendahului Dua arah sangat sulit	LOS E 
LOS F Space $\leq 0,46 \text{ m}^2/\text{ped}$ Flow rate bervariasi Kontak dengan pejalan kaki lain Dua arah tidak mungkin	LOS F 

Sumber : Transportation Research Board

Tabel 2.10 *Level of Service (LOS) Tangga*

Level of Service (LOS)	Space $\text{m}^2 / \text{orang}$	Speed Orang/m/menit
A	$\geq 1,9$	$\leq 16,4$
B	$1,4 - 1,9$	$16,4 - 23,0$
C	$0,9 - 1,4$	$23,0 - 32,8$
D	$0,7 - 0,9$	$32,8 - 42,6$
E	$0,4 - 0,7$	$42,6 - 55,8$
F	$\leq 0,4$	Bervariasi $\leq 55,8$

Sumber : Transportation Research Board

2.8 Analisis Antrian

2.8.1 Proses antrian

Proses antrian diperlukan penjelasan mengenai 3 komponen utama dalam teori antrian yang harus diketahui dan dipenuhi, diantaranya adalah:

- Tahap I

Tahap dimana arus pengguna jasa (baik manusia atau kendaraan) bergerak menuju suatu fasilitas pelayanan. Banyaknya pengguna jasa yang datang disebut dengan

tingkat kedatangan (λ). Jika mempergunakan disiplin antrian FIFO dan terdapat lebih dari satu tempat fasilitas pelayanan (multi lajur) maka dapat diasumsikan bahwa tingkat kedatangan (λ) tersebut akan membagi dirinya secara merata untuk setiap pelayanan sebesar dimana K adalah jumlah fasilitas pelayanan. Dengan demikian, dapat diasumsikan akan terbentuk K buah antrian berlajur tunggal, dimana setiap antrian berlajur tunggal akan berlaku disiplin antrian FIFO.

- Tahap II
Tahap dimana arus pengguna jasa mulai bergabung dengan antrian sebelumnya lalu menunggu untuk mendapatkan pelayanan. Jadi, waktu antrian dapat didefinisikan sebagai waktu sejak pengguna jasa mulai bergabung dengan antrian sebelumnya sampai dengan waktu pengguna jasa mulai mendapatkan pelayanan di tempat fasilitas pelayanan.
- Tahap III
Tahap dimana arus pengguna jasa mendapatkan pelayanan di suatu tempat pelayanan. Jadi, waktu pelayanan (T) dapat didefinisikan sebagai waktu sejak dimulainya pengguna jasa dilayani sampai dengan waktu pengguna jasa selesai dilayani.
- Tahap IV
Tahap dimana pengguna jasa yang telah mendapatkan pelayanan akan meninggalkan tempat fasilitas pelayanan dan melanjutkan perjalanannya.
Sebagai tambahan, gabungan tahap II dan III disebut waktu dalam sistem antrian. Jadi, waktu dalam sistem antrian dapat didefinisikan sebagai waktu pengguna jasa mulai bergabung dengan antrian sampai dengan waktu pengguna jasa selesai dilayani (atau meninggalkan waktu pelayanan).

2.8.2 Komponen Antrian

1. Tingkat Kedatangan

Tingkat Kedatangan yang dinyatakan dengan notasi λ (lambda) adalah jumlah kendaraan atau manusia yang bergerak menuju satu atau beberapa tempat pelayanan dalam satu satuan waktu tertentu, biasa dinyatakan dalam satuan kendaraan/jam atau orang/menit.

2. Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan yang dinyatakan dengan notasi μ adalah jumlah kendaraan atau manusia yang dapat dilayani oleh satu tempat pelayanan dalam satu satuan waktu tertentu, biasa dinyatakan dalam satuan kendaraan/jam atau orang/menit. Selain tingkat pelayanan, juga dikenal Waktu Pelayanan (WP) yang dapat didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan oleh satu tempat pelayanan untuk dapat melayani satu kendaraan atau satu orang, biasa dinyatakan dalam satuan menit/kendaraan atau menit/orang, sehingga bisa disimpulkan bahwa

$$WP = \frac{1}{\mu} \dots \dots \dots \text{Pers 2.9}$$

Selain itu dikenal juga notasi ρ yang didefinisikan sebagai nisbah antara tingkat kedatangan (λ) dengan tingkat pelayanan (μ) dengan persyaratan bahwa nilai tersebut adalah harus lebih kecil dari 1

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} < 1 \dots \dots \dots \text{Pers 2.10}$$

Jika nilai $\rho > 1$, hal ini berarti bahwa tingkat kedatangan lebih besar dari tingkat pelayanan. Jika hal ini terjadi, maka dapat dipastikan akan terjadi antrian yang akan selalu bertambah panjang.

3. Disiplin antrian

Disiplin Antrian mempunyai pengertian tentang bagaimana tata cara kendaraan atau manusia mengantri. Disiplin antrian yang sering digunakan dalam bidang transportasi atau arus lalu lintas yaitu *First In First Out* (FIFO) atau *First Come First Served* (FCFS) (Wohl and Martin, 1967; Morlok, 1978; dan Hobbs, 1979). Disiplin

antrian FIFO sangat sering digunakan dibidang transportasi dimana orang atau kendaraan yang pertama tiba pada suatu tempat pelayanan akan dilayani pertama. Sebagai contoh disiplin FIFO adalah antrian kendaraan yang terbentuk di depan pintu gerbang tol, antrian manusia pada loket pembayaran listrik atau telepon, loket pelayanan bank, dan banyak contoh lain.

2.8.3 Parameter Antrian

Terdapat 4 (empat) parameter utama yang selalu digunakan dalam menganalisis antrian, yaitu n , q , d , dan w . Definisi dari setiap parameter tersebut adalah :

n = jumlah penumpang dalam sistem (penumpang persatuan waktu)

q = jumlah penumpang dalam antrian (penumpang persatuan waktu)

d = waktu penumpang dalam sistem (penumpang persatuan waktu)

w = waktu penumpang dalam antrian (penumpang persatuan waktu)

➤ Disiplin Antrian FIFO

Persamaan berikut merupakan persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung n , q , d , dan w untuk disiplin antrian FIFO.

$$n = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} = \frac{\rho}{1 - \rho} \dots\dots\dots \text{Pers 2.11}$$

$$q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{\rho}{1 - \rho} \dots\dots\dots \text{Pers 2.12}$$

$$d = \frac{1}{\mu - \lambda} \dots\dots\dots \text{Pers 2.13}$$

$$w = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = d - \frac{1}{\mu} \dots\dots\dots \text{Pers 2.14}$$

Beberapa asumsi yang diperlukan dalam penggunaan disiplin antrian FIFO adalah:

- Persamaan (2.11) – (2.14) hanya berlaku untuk lajur tunggal dan dengan nilai $\rho < 1$, jika nilai $\rho > 1$, maka diharuskan menambah beberapa lajur tunggal (multi lajur).
- Jika terdapat lebih dari satu tempat pelayanan, maka diasumsikan bahwa tingkat kedatangan (λ) akan membagi dirinya secara merata untuk setiap lajur sebesar dimana K adalah jumlah fasilitas pelayanan. Dengan demikian dapat diasumsikan akan terbentuk K buah antrian berlajur tunggal dimana setiap antrian berlajur tunggal akan dapat menggunakan persamaan (2.3) – (2.6).
- Pengguna jasa yang sudah antri pada suatu jalur antrian diasumsikan tidak boleh berpindah antrian ke lajur lainnya.
- Waktu pelayanan antar tempat pelayanan diasumsikan relatif sama (atau dengan kata lain standar deviasi waktu pelayanan antar tempat pelayanan relatif kecil).

➤ Disiplin Antrian FVFS

Pada persamaan (2.15) – (2.19) merupakan persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung n , q , d , dan w untuk disiplin antrian FVFS.

$$P(0) = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{K-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \right] + \left[\frac{1}{K!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^K \left(\frac{K\mu}{K\mu - \lambda} \right) \right]} \quad \dots\dots \text{Pers 2.15}$$

$$q = p(0) \times \frac{\rho^{k+1}}{(k-1)! \times (k-\rho)^2} \quad \dots\dots\dots \text{Pers 2.16}$$

$$n = q + \frac{\lambda}{\mu} \quad \dots\dots\dots \text{Pers 2.17}$$

$$w = \frac{q}{\lambda} \quad \dots\dots\dots \text{Pers 2.18}$$

$$d = w + \frac{1}{\mu} \quad \dots\dots\dots \text{Pers 2.19}$$

Dimana:

ρ = perbandingan antara tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan

λ = tingkat kedatangan (penumpang/jam)

μ = tingkat pelayanan (penumpang/jam)

K = jumlah tempat pelayanan

$P(0)$ = probabilitas tidak ada pelanggan dalam sistem

2.8.4 Kebijakan yang Dapat Dilakukan

Ada beberapa kebijakan yang dapat dilakukan untuk meminimumkan nilai n , q , d , dan w , yaitu (Tamin, 2008):

1. Kebijakan menambah loket pelayanan

Kebijakan dengan menambah loket pelayanan merupakan salah satu kebijakan yang memerlukan biaya besar, karena kebijakan menambah loket berarti adanya penambahan ruangan, peralatan, tenaga manusia dan menambah biaya operasional (gaji karyawan dan pemeliharaan). Kebijakan menambah loket pelayanan akan dapat mengurangi antrian, namun dengan kebijakan tersebut pimpinan harus cermat atas biaya yang dikeluarkan untuk penambahan fasilitas dan keuntungan dari adanya penambahan loket pelayanan.

2. Kebijakan mengurangi waktu pelayanan

Kebijakan dengan mengurangi waktu pelayanan adalah pilihan terbaik, karena dapat dikatakan kebijakan tersebut tidak memerlukan biaya besar (mungkin hanya akan diberikan dana insentif bagi karyawan yang dapat menurunkan waktu pelayanan). Salah satu cara mengurangi waktu pelayanan yaitu dengan mempercepat proses pelayanan. Tetapi, waktu pelayanan tidak dapat dihilangkan sama sekali tetapi hanya bisa diminimalkan.

3. Kebijakan sistem tandem

Kebijakan sistem tandem merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kinerja pintu tol, karena dapat menurunkan waktu pelayanan sebesar 50 %. Pelayanan dengan sistem tandem adalah pelayanan dimana satu atau lebih lajur lintasan yang masing-masing lajur dilayani oleh dua gardu kembar yang letaknya berurutan (seri) dengan jarak yang cukup dekat untuk melayani kendaraan. Akan tetapi, kebijakan dengan menggunakan sistem

tandem hanya akan menguntungkan apabila waktu pelayanan yang diberikan kepada kedua kendaraan tersebut harus relatif sama. Apabila tidak sama, maka akibatnya sistem tersebut jauh lebih merugikan dari sistem antrian biasa.

BAB III METODOLOGI

Pengerjaan tugas akhir ini menggunakan metodologi berupa tahapan-tahapan atau metode tertentu. Metodologi dalam pengerjaan tugas akhir ini dijelaskan dalam tahapan uraian langkah pengerjaan, yang kemudian disusun dalam bentuk bagan diagram alir pengerjaan. Uraian pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

3.1 Studi Literatur

Untuk menunjang kelancaran dalam penyusunan tugas akhir ini dilakukan studi literatur untuk mencari berbagai informasi mengenai perencanaan stasiun pemberhentian, khususnya stasiun untuk monorel. Studi literatur ini dilakukan dengan membaca buku-buku dan peraturan-peraturan yang berkaitan dengan judul Tugas Akhir ini.

3.2 Pengumpulan Data

Untuk keperluan analisis, data-data yang diperlukan adalah data primer dan data sekunder. Uraian mengenai kebutuhan data tersebut adalah sebagai berikut.

a. Data Primer

Data primer adalah data yang didapatkan bukan dari instansi, tetapi data yang diperoleh dengan melakukan survey secara langsung. Data-data tersebut adalah :

- Data kondisi geometrik di lokasi studi
- Data jumlah naik-turun penumpang pada Jalan Merdeka
- Data jumlah kendaraan keluar-masuk pusat kegiatan pada Jalan Merdeka
- Data jumlah kendaraan pada Jalan Merdeka

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang didapat dari pihak atau instansi terkait. Data sekunder tugas akhir ini antara lain:

- Peta lokasi studi

- Rute/jalur monorel Koridor I Utara-Selatan
- Data jumlah kendaraan di Kota Bandung
- Data jumlah penduduk di Kota Bandung.

3.3 Metodologi Survey

Metodologi survey untuk membahas cara dan urutan survey yang akan dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir, yaitu:

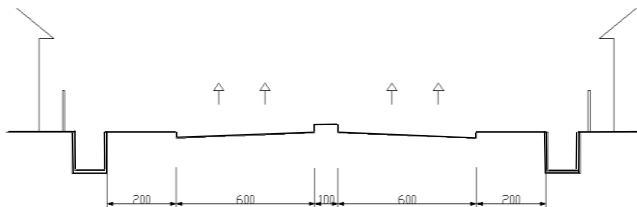
a. Survey Geometrik

Survey pendahuluan dilakukan untuk mengetahui keadaan eksisting di lokasi studi. Survey ini diperlukan untuk menentukan titik-titik surveyor.

Hal-hal yang perlu dilakukan dalam survey ini adalah :

1. Mengukur lebar ruas jalan Merdeka
2. Mendata titik potensial bangkitan atau tarikan di jalan Merdeka

Gambaran mengenai kondisi potongan melintang pada ruas Jalan Merdeka dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.



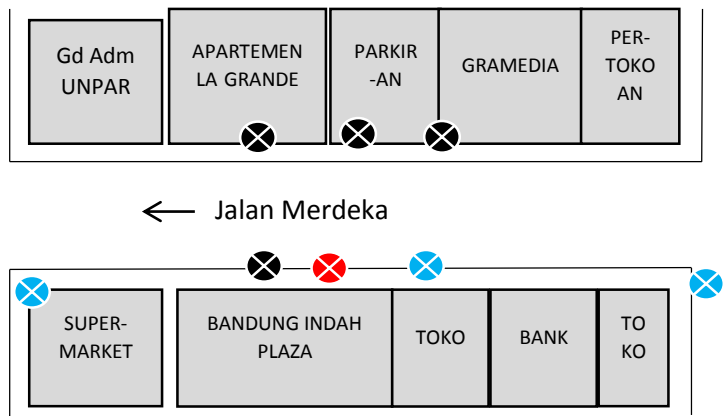
Gambar 3.1 Potongan Melintang pada Ruas Jalan Merdeka

b. Identifikasi Tata Guna Lahan

Identifikasi tata guna lahan di lokasi studi dimaksudkan untuk mengetahui jenis tata guna lahan di lokasi survey, sebab tata guna lahan ini akan mempengaruhi jumlah *demand* atau calon penumpang yang akan menjadi bangkitan. Misalnya, jika tata guna lahan di sekitar lokasi studi merupakan perkantoran atau pusat perbelanjaan maka

akan terjadi bangkitan calon penumpang pada waktu-waktu tertentu.

- c. **Survey Jumlah Naik-Turun Penumpang Angkutan Umum**
 Survey jumlah naik-turun penumpang dilakukan untuk mengetahui *demand* penumpang, dengan cara menghitung jumlah naik-turun penumpang angkutan umum yang berada pada Jalan Merdeka dengan interval 15 menit. Pengamatan jumlah naik-turun penumpang dilakukan dari depan mall Bandung Indah Plaza sampai sejarak sekitar 500 m ke arah Jalan L.R.E Martadinata dan 500 m ke arah Jalan Aceh. Waktu pelaksanaan survey dilakukan pada hari Selasa, Rabu, Kamis dan Sabtu yang dilakukan pada jam sibuk pagi (07.00-09.00), siang (12.00-14.00) dan sore (16.00-18.00). Posisi penempatan dari batas pengamatan setiap surveyor dapat dilihat pada **Gambar 3.2**



Gambar 3.2 Posisi Surveyor

Keterangan:

- ⊗: Posisi survey kendaraan keluar masuk pusat kegiatan
- ⊗: Posisi survey naik-turun penumpang
- ⊗: Posisi survey jumlah kendaraan

- d. **Survey Jumlah Kendaraan Keluar-Masuk Pusat Kegiatan**
Survey jumlah kendaraan keluar-masuk pusat kegiatan ini dilakukan untuk mengetahui jumlah *demand* penumpang. Perhitungan dilakukan dengan cara menghitung banyaknya kendaraan yang keluar-masuk pusat kegiatan pada daerah rencana stasiun pemberhentian monorel di Jalan Merdeka. Pengamatan survey dilakukan pada setiap pintu masuk dan keluar pusat kegiatan, dimana pengamatan dilakukan terhadap 2 jenis kendaraan yaitu sepeda motor dan kendaraan ringan (mobil pribadi).

3.4. Penggambaran Lokasi Eksisting

Tahapan ini dilakukan setelah mendapatkan hasil survey. Hal ini untuk memberikan gambaran eksisting dalam bentuk gambar untuk mempermudah perhitungan.

3.5 Analisis Demand Penumpang

Analisis *demand* adalah analisis yang digunakan untuk mendapatkan jumlah penumpang pada stasiun pemberhentian monorel yang akan direncanakan. Analisis tersebut didapatkan dari hasil survey jumlah naik-turun penumpang ditambah dengan survey jumlah kendaraan keluar-masuk pusat kegiatan serta jumlah kendaraan pada ruas Jalan Merdeka.

3.6 Analisis Bentuk dan Dimensi Stasiun Pemberhentian

Ada beberapa analisis yang dilakukan untuk mendapatkan bentuk dan dimensi stasiun pemberhentian monorel, antara lain :

- **Analisis *Headway***

Analisis *headway* adalah analisis yang dilakukan untuk mendapatkan jumlah penumpang dalam waktu tunggu kedatangan monorel di stasiun pemberhentian. Dari analisis *headway* akan diketahui luasan fasilitas berupa ruang tunggu kedatangan monorel.

- **Analisis Antrian**

Analisis antrian dilakukan untuk mengatur antrian dalam pembelian tiket perjalanan dan analisis antrian dilakukan untuk menentukan disiplin antrian dan jumlah loket penjualan tiket.

3.7. Gambar Rencana

Penggambaran dilakukan setelah analisis *demand* penumpang, analisis bentuk dan dimensi stasiun pemberhentian diketahui. Di dalam gambar rencana terdapat beberapa macam gambar yaitu :

- a. Gambar Tampak (*Site Plan*)

Gambar tampak (*Site Plan*) adalah gambar denah yang menunjukkan ukuran serta luasan dari stasiun pemberhentian monorel. Luasan dari stasiun pemberhentian monorel tergantung dari hasil analisis *demand* penumpang.

- b. Gambar Tampak Potongan

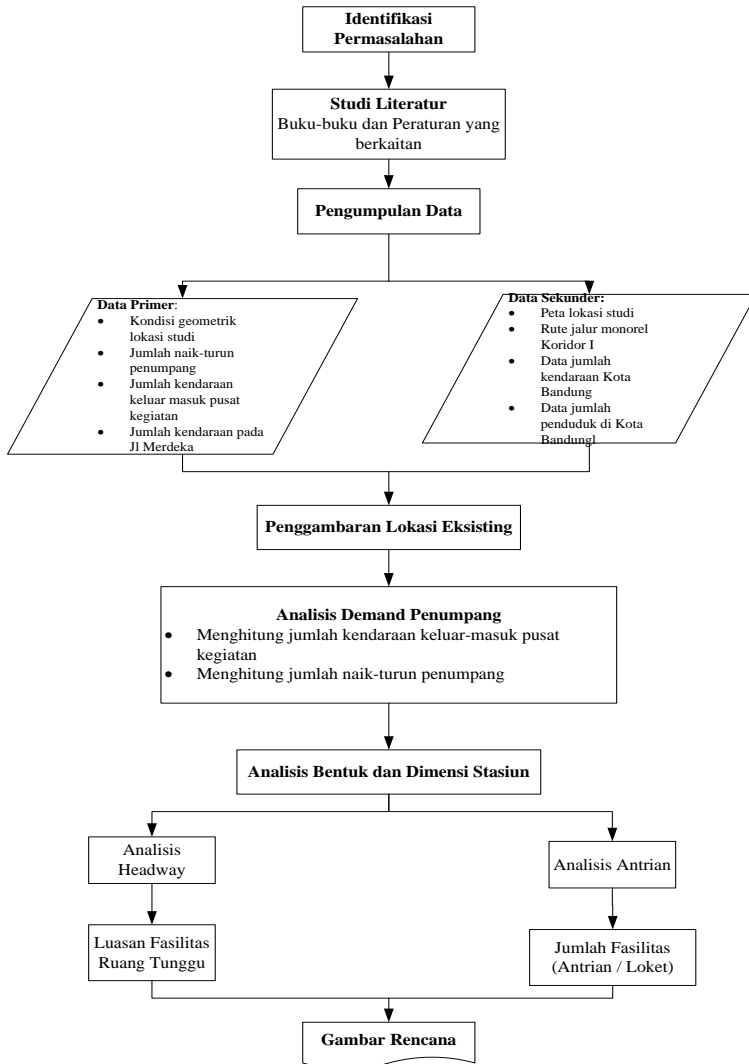
Gambar tampak potongan yaitu gambar dari suatu bangunan yang dipotong vertikal pada sisi yang ditentukan. Dari gambar tampak potongan disini dapat diketahui ketinggian dan elevasi dari bangunan stasiun pemberhentian khususnya elevasi dari peron dimana elevasi dari peron ditentukan berdasarkan analisis monorel yang digunakan nantinya.

- c. Gambar Detail Teknis

Gambar detail teknis yaitu gambar yang menjelaskan secara detail elevasi serta ukuran dari stasiun pemberhentian monorel.

3.8 Diagram Alir

Diagram alir pengerjaan tugas akhir dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

BAB IV

PENGUMPULAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

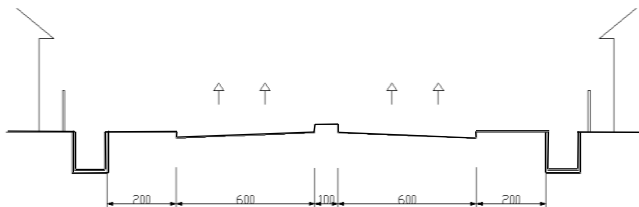
Pengumpulan data yang akurat sangat mempengaruhi dalam perencanaan stasiun pemberhentian monorel ini. Sehingga didalam analisa nantinya memerlukan beberapa data yang menunjang, yaitu data primer dan data sekunder.

Data-data yang dikumpulkan dan dipergunakan pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

4.1.1 Data Geometrik Ruas Jalan yang Ditinjau

Data geometrik jalan didapatkan dengan metode pengukuran pada ruas jalan tersebut. Ruas jalan yang ditinjau yaitu Jalan Merdeka, Bandung. Hasil survey yang diperoleh yaitu berupa denah dan foto titik survey. Hal tersebut dapat dilihat pada **Gambar 4.1** dan **4.2**.

- Ruas Jalan Merdeka
 - Tipe jalan : Kolektor Sekunder
 - Panjang jalan : 1000 m
 - Lebar jalur : 12 m
 - Lebar median : 0,6 m



Gambar 4.1 Potongan Melintang pada Ruas Jalan Merdeka



Gambar 4.2 Titik Survey Naik Turun Penumpang Angkutan Umum
Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2016



Gambar 4.3 Titik Survey Kendaraan Keluar Masuk Pusat Kegiatan
Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2016



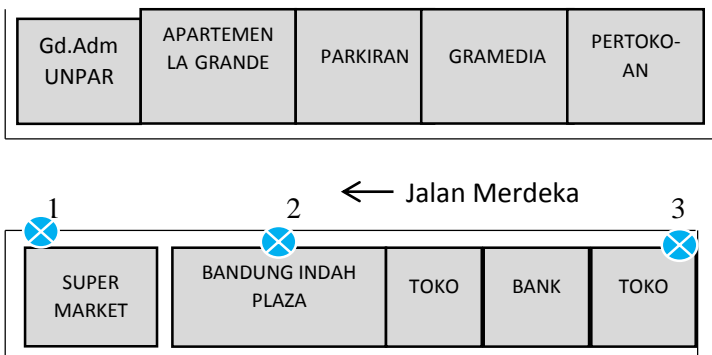
Gambar 4.4 Survey Jumlah Kendaraan
Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2016

4.1.2 Data Survey Penumpang Naik-Turun Angkutan Umum

Survey jumlah naik-turun penumpang dilakukan untuk mengetahui jumlah *demand* penumpang di stasiun rencana. Caranya yaitu dengan menghitung jumlah penumpang naik-turun angkutan umum yang berada pada Jalan Merdeka dengan metode perhitungan interval 15 menit. Adapun angkutan umum yang melewati Jalan Merdeka atau yang berhimpitan dengan jalur Monorel Koridor I antara lain:

1. Angkutan Kota (Stasiun Hall-Dago)
2. Angkutan Kota (Kebon Kalapa-Dago)
3. Angkutan Kota (Margahayu-Ledeng)
4. Angkutan Kota (Kebon Kalapa-Ledeng)
5. Trans Metro Bandung (Dago-Leuwipanjang)
6. Trans Metro Bandung (Kota Baru-Alun-alun)

Waktu pelaksanaan survey dilakukan pada hari Selasa, Rabu, Kamis, dan Sabtu dengan waktu yang sama yaitu pukul 07.00-09.00, 12.00-14.00, dan 16.00-18.00. Dari data per 15 menit dapat ditentukan jam puncak dengan cara menjumlah semua naik-turun penumpang di setiap titik pada waktu yang sama dan hari yang sama. Titik survey dan hasil survey dapat dilihat pada gambar dan tabel berikut.



Gambar 4.5 Titik Survey Naik-Turun Penumpang

Tabel 4.1 Data Jumlah Penumpang Naik-Turun Hari Selasa

Waktu	Penumpang Turun			Total	Total Per Jam
	1	2	3		
07.00-07.15	-	-	-	-	
07.15-07.30	-	3	-	3	
07.30-07.45	2	1	-	3	
07.45-08.00	-	3	1	4	10
08.00-08.15	3	5	2	10	20
08.15-08.30	3	6	3	12	29
08.30-08.45	4	9	4	17	42
08.45-09.00	2	4	2	8	46
Peak Siang					
12.00-12.15	2	3	1	6	
12.15-12.30	2	5	2	9	
12.30-12.45	1	4	2	7	
12.45-13.00	3	6	3	12	34
13.00-13.15	4	9	4	17	45
13.15-13.30	5	10	5	20	56
13.30-13.45	3	7	3	13	62
13.45-14.00	2	5	3	10	60
Peak Sore					
16.00-16.15	5	13	7	25	
16.15-16.30	8	20	12	40	
16.30-16.45	7	13	5	25	
16.45-17.00	2	8	5	15	105
17.00-17.15	3	5	1	9	89
17.15-17.30	1	6	4	11	60
17.30-17.45	2	4	1	7	42
17.45-18.00	2	3	-	5	32

(Lanjutan)

Waktu	Penumpang Naik			Total	Total Per Jam
	1	2	3		
07.00-07.15	-	-	-	-	-
07.15-07.30	-	-	-	-	-
07.30-07.45	-	-	-	-	-
07.45-08.00	-	-	-	-	-
08.00-08.15	-	-	-	-	-
08.15-08.30	-	-	-	-	-
08.30-08.45	-	-	1	1	1
08.45-09.00	-	-	-	-	-
Peak Siang					
12.00-12.15	2	4	2	8	
12.15-12.30	3	6	2	11	
12.30-12.45	2	5	2	9	
12.45-13.00	2	4	2	8	36
13.00-13.15	3	5	2	10	38
13.15-13.30	3	7	3	13	40
13.30-13.45	2	4	1	7	38
13.45-14.00	3	4	-	7	37
Peak Sore					
16.00-16.15	7	12	4	23	
16.15-16.30	6	8	2	16	
16.30-16.45	3	5	1	9	
16.45-17.00	2	3	-	5	53
17.00-17.15	4	7	2	13	43
17.15-17.30	3	4	1	8	35
17.30-17.45	2	6	3	11	37
17.45-18.00	-	3	2	5	37

Tabel 4.2 Data Jumlah Penumpang Naik-Turun Hari Rabu

Waktu	Penumpang Turun			Total	Total Per Jam
	1	2	3		
07.00-07.15	-	-	-	0	
07.15-07.30	1	-	-	1	
07.30-07.45	2	1	-	3	
07.45-08.00	-	-	-	0	4
08.00-08.15	3	6	3	11	15
08.15-08.30	4	8	4	16	30
08.30-08.45	3	6	3	12	39
08.45-09.00	3	5	2	10	49
Peak Siang					
12.00-12.15	2	3	1	6	
12.15-12.30	3	4	1	8	
12.30-12.45	2	4	1	7	
12.45-13.00	4	7	2	13	34
13.00-13.15	6	10	3	19	47
13.15-13.30	3	8	5	16	55
13.30-13.45	3	14	5	22	70
13.45-14.00	3	6	-	9	66
Peak Sore					
16.00-16.15	6	10	3	19	
16.15-16.30	5	22	6	33	
16.30-16.45	3	23	5	31	
16.45-17.00	1	10	3	14	97
17.00-17.15	3	5	1	9	87
17.15-17.30	2	6	4	12	66
17.30-17.45	1	7	2	10	45
17.45-18.00	2	10	1	13	44

(Lanjutan)

Waktu	Penumpang Naik			Total	Total Per Jam
	1	2	3		
07.00-07.15	-	-	-	0	
07.15-07.30	-	-	-	0	
07.30-07.45	-	-	-	0	
07.45-08.00	-	-	-	0	0
08.00-08.15	-	-	1	1	1
08.15-08.30	-	-	-	0	1
08.30-08.45	-	-	-	0	1
08.45-09.00	-	-	1	1	2
Peak Siang					
12.00-12.15	2	4	-	6	
12.15-12.30	1	6	2	9	
12.30-12.45	3	8	-	11	
12.45-13.00	1	5	2	8	34
13.00-13.15	3	7	-	10	38
13.15-13.30	1	8	3	12	41
13.30-13.45	3	4	-	7	37
13.45-14.00	1	8	4	13	42
Peak Sore					
16.00-16.15	6	12	3	21	
16.15-16.30	2	7	4	13	
16.30-16.45	3	9	2	14	
16.45-17.00	3	6	1	10	58
17.00-17.15	4	5	2	11	48
17.15-17.30	3	4	1	8	43
17.30-17.45	3	5	-	8	37
17.45-18.00	3	6	1	10	37

Tabel 4.3 Data Jumlah Penumpang Naik-Turun Hari Kamis

Waktu	Penumpang Turun			Total	Total Per Jam
	1	2	3		
07.00-07.15	-	-	-	0	
07.15-07.30	-	-	-	0	
07.30-07.45	1	2		3	
07.45-08.00	1	-	-	1	4
08.00-08.15	5	6	3	14	18
08.15-08.30	3	6	4	13	31
08.30-08.45	6	5	4	15	43
08.45-09.00	4	4	3	11	53
Peak Siang					
12.00-12.15	3	6	1	10	
12.15-12.30	2	4	3	9	
12.30-12.45	4	5	2	11	
12.45-13.00	3	4	1	8	38
13.00-13.15	4	9	-	13	41
13.15-13.30	3	17	4	24	56
13.30-13.45	2	7	1	10	55
13.45-14.00	4	8	-	12	59
Peak Sore					
16.00-16.15	7	15	5	27	
16.15-16.30	9	20	7	36	
16.30-16.45	7	12	5	24	
16.45-17.00	5	10	2	17	104
17.00-17.15	3	6	2	11	88
17.15-17.30	2	8	4	14	66
17.30-17.45	3	5	1	9	51
17.45-18.00	3	4	-	7	41

(Lanjutan)

Waktu	Penumpang Naik			Total	Total Per Jam
	1	2	3		
07.00-07.15	-	-	-	0	
07.15-07.30	-	-	-	0	
07.30-07.45	-	-	-	0	
07.45-08.00	-	-	-	0	0
08.00-08.15	-	-	-	0	0
08.15-08.30	1	1	-	2	2
08.30-08.45	-	-	1	1	3
08.45-09.00	-	-	-	0	3
Peak Siang					
12.00-12.15	3	5	-	8	
12.15-12.30	2	6	1	9	
12.30-12.45	2	4	1	7	
12.45-13.00	2	5	3	10	34
13.00-13.15	4	6	3	13	39
13.15-13.30	4	6	2	12	42
13.30-13.45	2	4	3	9	44
13.45-14.00	2	3	1	6	40
Peak Sore					
16.00-16.15	5	14	6	25	
16.15-16.30	3	9	5	17	
16.30-16.45	3	5	1	9	
16.45-17.00	2	4	1	7	58
17.00-17.15	1	5	3	9	42
17.15-17.30	2	6	3	11	36
17.30-17.45	-	7	5	12	39
17.45-18.00	2	3	-	5	37

Tabel 4.4 Data Jumlah Penumpang Naik-Turun Hari Sabtu

Waktu	Penumpang Turun			Total	Total Per Jam
	1	2	3		
07.00-07.15	-	-	-	0	
07.15-07.30	1	-	-	1	
07.30-07.45	2	-	-	2	
07.45-08.00	3	2	-	5	8
08.00-08.15	4	3	3	10	18
08.15-08.30	4	5	5	14	31
08.30-08.45	2	5	2	9	38
08.45-09.00	1	6	3	10	43
Peak Siang					
12.00-12.15	3	7	1	11	
12.15-12.30	1	5	3	9	
12.30-12.45	7	9	4	20	
12.45-13.00	2	8	3	13	53
13.00-13.15	9	24	7	40	82
13.15-13.30	11	34	13	58	131
13.30-13.45	12	27	8	47	158
13.45-14.00	12	22	9	43	188
Peak Sore					
16.00-16.15	5	10	3	18	
16.15-16.30	2	7	3	12	
16.30-16.45	6	12	2	20	
16.45-17.00	4	7	2	13	63
17.00-17.15	3	9	5	17	62
17.15-17.30	4	5	1	10	60
17.30-17.45	2	7	2	11	51
17.45-18.00	-	6	4	10	48

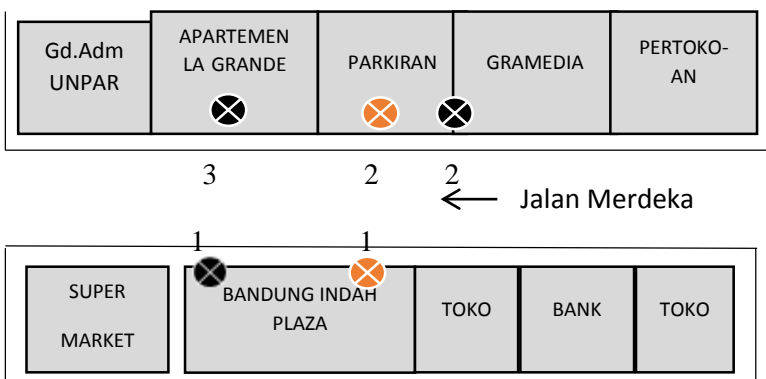
(Lanjutan)

Waktu	Penumpang Naik			Total	Total Per Jam
	1	2	3		
07.00-07.15	-	-	-	0	
07.15-07.30	-	-	-	0	
07.30-07.45	-	-	-	0	
07.45-08.00	-	-	-	0	0
08.00-08.15	2	-	-	2	2
08.15-08.30	-	-	-	0	2
08.30-08.45	-	-	1	1	3
08.45-09.00	-	-	-	0	3
Peak Siang					
12.00-12.15	2	3	-	5	
12.15-12.30	1	5	3	9	
12.30-12.45	4	7	1	12	
12.45-13.00	-	5	1	6	32
13.00-13.15	2	9	4	15	42
13.15-13.30	2	12	6	20	53
13.30-13.45	3	7	-	10	51
13.45-14.00	1	5	2	8	53
Peak Sore					
16.00-16.15	2	10	5	17	
16.15-16.30	5	15	6	26	
16.30-16.45	8	16	6	30	
16.45-17.00	6	19	2	27	100
17.00-17.15	3	7	1	11	94
17.15-17.30	4	6	2	12	80
17.30-17.45	1	4	5	10	60
17.45-18.00	2	4	3	9	42



4.1.3 Data Survey Jumlah Kendaraan Keluar – Masuk Pusat Kegiatan

Survey jumlah kendaraan keluar-masuk pusat kegiatan ini dilakukan untuk mengetahui jumlah *demand* penumpang monorel. Perhitungan dilakukan dengan cara menghitung banyaknya kendaraan yang keluar-masuk pusat kegiatan pada daerah rencana stasiun pemberhentian monorel, yaitu di ruas Jalan Merdeka. Survey dilakukan pada setiap pintu masuk dan keluar pusat kegiatan, dimana pengamatan dilakukan terhadap 2 jenis kendaraan yaitu sepeda motor dan kendaraan ringan (mobil pribadi).

Waktu pelaksanaan survey dilakukan pada hari Selasa, Rabu, Kamis, dan Sabtu dengan waktu yang sama yaitu pukul 07.00-09.00, 12.00-14.00, dan 16.00-18.00. Dari data perhitungan interval 15 menit kemudian ditentukan jam puncak dengan cara menjumlahkan hasil perhitungan kendaraan keluar-masuk pusat kegiatan di setiap titik pada waktu yang sama dan hari yang sama. Titik survey dan hasil survey dapat dilihat pada gambar dan tabel berikut.



Gambar 4.6 Titik Survey Kendaraan Keluar Masuk Pusat Kegiatan

Ket :  Titik survey kendaraan masuk
 Titik survey kendaraan keluar

Tabel 4.5 Data jumlah Kendaraan Masuk Pusat Kegiatan Hari Selasa

Waktu	Kendaraan Masuk (MC)			total	total per jam
	1	2	3		
07.00-07.15	9	2	-	11	
07.15-07.30	13	1	-	14	
07.30-07.45	12	4	1	17	
07.45-08.00	19	5	-	24	66
08.00-08.15	49	14	3	66	121
08.15-08.30	51	15	2	68	175
08.30-08.45	60	22	2	84	242
08.45-09.00	40	17	4	61	279
Peak Siang					
12.00-12.15	23	3	-	26	
12.15-12.30	20	4	1	25	
12.30-12.45	45	5	2	52	
12.45-13.00	47	7	1	55	158
13.00-13.15	80	8	-	88	220
13.15-13.30	55	5	3	63	258
13.30-13.45	40	6	3	49	255
13.45-14.00	35	4	5	44	244
Peak Sore					
16.00-16.15	35	9	2	46	
16.15-16.30	55	6	5	66	
16.30-16.45	55	5	2	62	
16.45-17.00	25	5	2	32	206
17.00-17.15	17	3	1	21	181
17.15-17.30	16	5	-	21	136
17.30-17.45	20	4	3	27	101
17.45-18.00	23	2	1	26	95

(Lanjutan)

Waktu	Kendaraan Masuk (LV)			Total	Total Per Jam
	1	2	3		
07.00-07.15	1	-	-	1	
07.15-07.30	-	-	-	0	
07.30-07.45	-	1	-	1	
07.45-08.00	1	1	1	3	5
08.00-08.15	3	3	2	8	12
08.15-08.30	3	4	4	11	23
08.30-08.45	1	-	1	2	24
08.45-09.00	-	-	-	0	21
Peak Siang					
12.00-12.15	6	1	2	9	
12.15-12.30	9	3	-	12	
12.30-12.45	10	2	3	15	
12.45-13.00	5	1	1	7	43
13.00-13.15	7	3	2	12	46
13.15-13.30	15	4	3	22	56
13.30-13.45	16	1	4	21	62
13.45-14.00	10	2	-	12	67
Peak Sore					
16.00-16.15	17	6	3	26	
16.15-16.30	10	7	4	21	
16.30-16.45	9	3	5	17	
16.45-17.00	8	2	3	13	77
17.00-17.15	10	2	1	13	64
17.15-17.30	6	4	-	10	53
17.30-17.45	7	3	-	10	46
17.45-18.00	6	3	2	11	44

Tabel 4.6 Data jumlah Kendaraan Keluar Pusat Kegiatan Hari Selasa

Waktu	Kendaraan Keluar (MC)		Total	Total Per Jam
	1	2		
07.00-07.15	-	-	0	
07.15-07.30	1	-	1	
07.30-07.45	1	1	2	
07.45-08.00	2	-	2	5
08.00-08.15	-	4	4	9
08.15-08.30	3	1	4	12
08.30-08.45	-	-	0	10
08.45-09.00	2	1	3	11
Peak Siang				
12.00-12.15	15	3	18	
12.15-12.30	18	1	19	
12.30-12.45	27	2	29	
12.45-13.00	25	4	29	95
13.00-13.15	19	2	21	98
13.15-13.30	44	3	47	126
13.30-13.45	30	-	30	127
13.45-14.00	19	1	20	118
Peak Sore				
16.00-16.15	43	2	45	
16.15-16.30	60	3	63	
16.30-16.45	65	4	69	
16.45-17.00	45	1	46	223
17.00-17.15	30	5	35	213
17.15-17.30	33	2	35	185
17.30-17.45	27	1	28	144
17.45-18.00	14	3	17	115

(Lanjutan)

Waktu	Kendaraan Keluar (LV)		Total	Total Per Jam
	1	2		
07.00-07.15	1	-	1	
07.15-07.30	2	1	3	
07.30-07.45	1	-	1	
07.45-08.00	-	-	0	5
08.00-08.15	-	-	0	4
08.15-08.30	1	2	3	4
08.30-08.45	-	-	0	3
08.45-09.00	-	1	1	4
Peak Siang				
12.00-12.15	4	2	6	
12.15-12.30	9	-	9	
12.30-12.45	5	1	6	
12.45-13.00	8	2	10	31
13.00-13.15	13	1	14	39
13.15-13.30	15	3	18	48
13.30-13.45	8	-	8	50
13.45-14.00	7	1	8	48
Peak Sore				
16.00-16.15	22	2	24	
16.15-16.30	15	3	18	
16.30-16.45	8	1	9	
16.45-17.00	7	2	9	60
17.00-17.15	10	3	13	49
17.15-17.30	4	1	5	36
17.30-17.45	6	2	8	35
17.45-18.00	7	2	9	35

Tabel 4.7 Data jumlah Kendaraan Masuk Pusat Kegiatan Hari Rabu

Waktu	Kendaraan Masuk (MC)			total	total per jam
	1	2	3		
07.00-07.15	7	1	-	8	
07.15-07.30	15	3	1	19	
07.30-07.45	15	4	1	20	
07.45-08.00	17	10	-	27	74
08.00-08.15	51	19	2	72	138
08.15-08.30	47	16	1	64	183
08.30-08.45	56	15	4	75	238
08.45-09.00	40	13	1	54	265
Peak Siang					
12.00-12.15	20	3	-	23	
12.15-12.30	38	4	1	43	
12.30-12.45	49	3	2	54	
12.45-13.00	50	5	1	56	176
13.00-13.15	43	13	-	56	209
13.15-13.30	37	7	3	47	213
13.30-13.45	24	8	7	39	198
13.45-14.00	39	4	3	46	188
Peak Sore					
16.00-16.15	35	8	7	50	
16.15-16.30	41	13	3	57	
16.30-16.45	49	6	-	55	
16.45-17.00	28	7	3	38	200
17.00-17.15	21	5	2	28	178
17.15-17.30	13	10	1	24	145
17.30-17.45	19	6	1	26	116
17.45-18.00	11	7	2	20	98

(Lanjutan)

Waktu	Kendaraan Masuk (LV)			Total	Total Per Jam
	1	2	3		
07.00-07.15	1	-	-	1	
07.15-07.30	2	1	-	3	
07.30-07.45	-	-	1	1	
07.45-08.00	1	1	-	2	7
08.00-08.15	3	5	-	8	14
08.15-08.30	-	3	4	7	18
08.30-08.45	2	-	1	3	20
08.45-09.00	1	1	2	4	22
Peak Siang					
12.00-12.15	7	2	1	10	
12.15-12.30	11	1	-	12	
12.30-12.45	4	2	-	6	
12.45-13.00	9	1	1	11	39
13.00-13.15	12	3	4	19	48
13.15-13.30	9	4	5	18	54
13.30-13.45	13	7	3	23	71
13.45-14.00	11	5	-	16	76
Peak Sore					
16.00-16.15	15	10	5	30	
16.15-16.30	11	6	3	20	
16.30-16.45	9	3	2	14	
16.45-17.00	8	4	2	14	78
17.00-17.15	6	5	1	12	60
17.15-17.30	7	3	3	13	53
17.30-17.45	5	5	3	13	52
17.45-18.00	9	3	1	13	51

Tabel 4.8 Data jumlah Kendaraan Keluar Pusat Kegiatan Hari Rabu

Waktu	Kendaraan Keluar (MC)		Total	Total Per Jam
	1	2		
07.00-07.15	-	-	0	
07.15-07.30	1	-	1	
07.30-07.45	1	1	2	
07.45-08.00	-	-	0	3
08.00-08.15	4	4	8	11
08.15-08.30	2	2	4	14
08.30-08.45	1	1	2	14
08.45-09.00	-	-	0	14
Peak Siang				
12.00-12.15	14	3	17	
12.15-12.30	17	2	19	
12.30-12.45	25	2	27	
12.45-13.00	19	1	20	83
13.00-13.15	42	6	48	114
13.15-13.30	30	2	32	127
13.30-13.45	17	3	20	120
13.45-14.00	19	-	19	119
Peak Sore				
16.00-16.15	42	5	47	
16.15-16.30	53	2	55	
16.30-16.45	51	4	55	
16.45-17.00	39	2	41	198
17.00-17.15	28	2	30	181
17.15-17.30	31	1	32	158
17.30-17.45	24	2	26	129
17.45-18.00	23	3	26	114

(Lanjutan)

Waktu	Kendaraan Keluar (LV)		Total	Total Per Jam
	1	2		
07.00-07.15	-	-	0	
07.15-07.30	-	-	0	
07.30-07.45	-	-	0	
07.45-08.00	1	1	2	2
08.00-08.15	1	-	1	3
08.15-08.30	2	2	4	7
08.30-08.45	-	2	2	9
08.45-09.00	2	-	2	9
Peak Siang				
12.00-12.15	3	-	3	
12.15-12.30	6	1	7	
12.30-12.45	7	1	8	
12.45-13.00	9	1	10	28
13.00-13.15	20	4	24	49
13.15-13.30	16	5	21	63
13.30-13.45	7	3	10	65
13.45-14.00	8	-	8	63
Peak Sore				
16.00-16.15	13	4	17	
16.15-16.30	24	3	27	
16.30-16.45	7	5	12	
16.45-17.00	11	2	13	69
17.00-17.15	8	2	10	62
17.15-17.30	6	3	9	44
17.30-17.45	4	2	6	38
17.45-18.00	5	2	7	32

Tabel 4.9 Data jumlah Kendaraan Masuk Pusat Kegiatan Hari Kamis

Waktu	Kendaraan Masuk (MC)			total	total per jam
	1	2	3		
07.00-07.15	5	-	-	5	
07.15-07.30	13	2	1	16	
07.30-07.45	18	6	-	24	
07.45-08.00	20	9	1	30	75
08.00-08.15	42	17	1	60	130
08.15-08.30	49	14	3	66	180
08.30-08.45	52	10	-	62	218
08.45-09.00	38	15	-	53	241
Peak Siang					
12.00-12.15	17	5	1	23	
12.15-12.30	20	7	-	27	
12.30-12.45	33	6	-	39	
12.45-13.00	37	8	1	46	135
13.00-13.15	60	7	2	69	181
13.15-13.30	75	4	5	84	238
13.30-13.45	30	8	1	39	238
13.45-14.00	25	5	5	35	227
Peak Sore					
16.00-16.15	29	11	6	46	
16.15-16.30	53	5	4	62	
16.30-16.45	51	7	1	59	
16.45-17.00	23	4	1	28	195
17.00-17.15	20	7	2	29	178
17.15-17.30	12	8	1	21	137
17.30-17.45	17	10	1	28	106
17.45-18.00	15	7	2	24	102

(Lanjutan)

Waktu	Kendaraan Masuk (LV)			Total	Total Per Jam
	1	2	3		
07.00-07.15	-	-	1	1	
07.15-07.30	1	-	-	1	
07.30-07.45	2	2	-	4	
07.45-08.00	-	1	1	2	8
08.00-08.15	4	3	-	7	14
08.15-08.30	1	4	5	10	23
08.30-08.45	-	-	1	1	20
08.45-09.00	-	-	-	0	18
Peak Siang					
12.00-12.15	6	2	1	9	
12.15-12.30	9	3	-	12	
12.30-12.45	7	2	1	10	
12.45-13.00	8	4	1	13	44
13.00-13.15	9	5	4	18	53
13.15-13.30	10	3	1	14	55
13.30-13.45	12	2	-	14	59
13.45-14.00	8	1	4	13	59
Peak Sore					
16.00-16.15	13	8	4	25	
16.15-16.30	9	5	2	16	
16.30-16.45	12	2	6	20	
16.45-17.00	8	3	2	13	74
17.00-17.15	5	4	1	10	59
17.15-17.30	8	4	1	13	56
17.30-17.45	9	5	-	14	50
17.45-18.00	3	6	2	11	48

Tabel 4.10 Data jumlah Kendaraan Keluar Pusat Kegiatan Hari Kamis

Waktu	Kendaraan Keluar (MC)		Total	Total Per Jam
	1	2		
07.00-07.15	-	-	0	
07.15-07.30	1	-	1	
07.30-07.45	1	1	2	
07.45-08.00	-	-	0	3
08.00-08.15	4	4	8	11
08.15-08.30	2	2	4	14
08.30-08.45	1	1	2	14
08.45-09.00	-	-	0	14
Peak Siang				
12.00-12.15	14	3	17	
12.15-12.30	17	2	19	
12.30-12.45	25	2	27	
12.45-13.00	19	1	20	83
13.00-13.15	42	6	48	114
13.15-13.30	30	2	32	127
13.30-13.45	17	3	20	120
13.45-14.00	19	-	19	119
Peak Sore				
16.00-16.15	42	5	47	
16.15-16.30	53	2	55	
16.30-16.45	51	4	55	
16.45-17.00	39	2	41	198
17.00-17.15	28	2	30	181
17.15-17.30	31	1	32	158
17.30-17.45	24	2	26	129
17.45-18.00	23	3	26	114

(Lanjutan)

Waktu	Kendaraan Keluar (LV)		Total	Total Per Jam
	1	2		
07.00-07.15	-	-	0	
07.15-07.30	-	-	0	
07.30-07.45	1	2	3	
07.45-08.00	3	1	4	7
08.00-08.15	2	1	3	10
08.15-08.30	-	-	0	10
08.30-08.45	1	-	1	8
08.45-09.00	-	3	3	7
Peak Siang				
12.00-12.15	6	1	7	
12.15-12.30	9	2	11	
12.30-12.45	11	1	12	
12.45-13.00	13	2	15	45
13.00-13.15	10	2	12	50
13.15-13.30	17	-	17	56
13.30-13.45	6	2	8	52
13.45-14.00	8	1	9	46
Peak Sore				
16.00-16.15	18	3	21	
16.15-16.30	21	2	23	
16.30-16.45	6	4	10	
16.45-17.00	8	1	9	63
17.00-17.15	9	2	11	53
17.15-17.30	9	3	12	42
17.30-17.45	5	4	9	41
17.45-18.00	5	3	8	40

Tabel 4.11 Data jumlah Kendaraan Masuk Pusat Kegiatan Hari Sabtu

Waktu	Kendaraan Masuk (MC)			total	total per jam
	1	2	3		
07.00-07.15	10	-	-	10	
07.15-07.30	8	5	-	13	
07.30-07.45	15	8	1	24	
07.45-08.00	20	9	2	31	78
08.00-08.15	48	18	4	70	138
08.15-08.30	56	17	12	85	210
08.30-08.45	48	16	2	66	252
08.45-09.00	47	14	2	63	284
Peak Siang					
12.00-12.15	28	6	1	35	
12.15-12.30	19	5	-	24	
12.30-12.45	32	4	2	38	
12.45-13.00	48	8	2	58	155
13.00-13.15	54	26	4	84	204
13.15-13.30	87	17	5	109	289
13.30-13.45	73	7	6	86	337
13.45-14.00	49	6	1	56	335
Peak Sore					
16.00-16.15	40	14	2	56	
16.15-16.30	34	5	4	43	
16.30-16.45	50	3	2	55	
16.45-17.00	79	5	5	89	243
17.00-17.15	33	9	2	44	231
17.15-17.30	28	10	3	41	229
17.30-17.45	36	8	3	47	221
17.45-18.00	32	5	5	42	174

(Lanjutan)

Waktu	Kendaraan Masuk (LV)			Total	Total Per Jam
	1	2	3		
07.00-07.15	-	-	-	0	
07.15-07.30	-	-	-	0	
07.30-07.45	1	-	1	2	
07.45-08.00	-	2	-	2	4
08.00-08.15	2	3	-	5	9
08.15-08.30	5	2	2	9	18
08.30-08.45	4	2	6	12	28
08.45-09.00	2	1	4	7	33
Peak Siang					
12.00-12.15	12	3	2	17	
12.15-12.30	14	2	3	19	
12.30-12.45	11	2	-	13	
12.45-13.00	13	4	1	18	67
13.00-13.15	16	11	6	33	83
13.15-13.30	23	8	9	40	104
13.30-13.45	1	5	6	12	103
13.45-14.00	12	7	5	24	109
Peak Sore					
16.00-16.15	12	10	2	24	
16.15-16.30	9	17	5	31	
16.30-16.45	15	3	2	20	
16.45-17.00	19	7	4	30	105
17.00-17.15	13	5	3	21	102
17.15-17.30	12	9	3	24	95
17.30-17.45	7	11	4	22	97
17.45-18.00	11	9	5	25	92

Tabel 4.12 Data jumlah Kendaraan Keluar Pusat Kegiatan Hari Sabtu

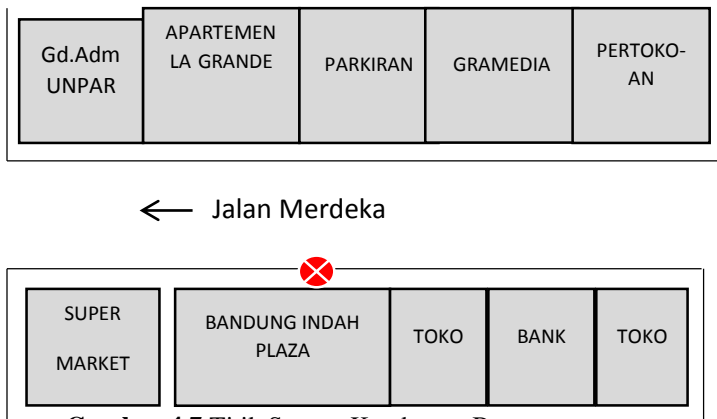
Waktu	Kendaraan Keluar (MC)		Total	Total Per Jam
	1	2		
07.00-07.15	-	-	0	
07.15-07.30	-	-	0	
07.30-07.45	-	-	0	
07.45-08.00	1	2	3	3
08.00-08.15	3	-	3	6
08.15-08.30	-	3	3	9
08.30-08.45	5	-	5	14
08.45-09.00	5	-	5	16
Peak Siang				
12.00-12.15	17	4	21	
12.15-12.30	23	3	26	
12.30-12.45	27	5	32	
12.45-13.00	16	2	18	97
13.00-13.15	37	3	40	116
13.15-13.30	45	9	54	144
13.30-13.45	23	5	28	140
13.45-14.00	18	10	28	150
Peak Sore				
16.00-16.15	57	3	60	
16.15-16.30	50	6	56	
16.30-16.45	51	1	52	
16.45-17.00	62	3	65	233
17.00-17.15	34	7	41	214
17.15-17.30	33	5	38	196
17.30-17.45	27	6	33	177
17.45-18.00	30	9	39	151

(Lanjutan)

Waktu	Kendaraan Keluar (LV)		Total	Total Per Jam
	1	2		
07.00-07.15	-	-	0	
07.15-07.30	-	2	2	
07.30-07.45	-	-	0	
07.45-08.00	1	1	2	4
08.00-08.15	2	-	2	6
08.15-08.30	-	-	0	4
08.30-08.45	1	-	1	5
08.45-09.00	1	1	2	5
Peak Siang				
12.00-12.15	10	2	12	
12.15-12.30	8	1	9	
12.30-12.45	6	1	7	
12.45-13.00	7	3	10	38
13.00-13.15	15	6	21	47
13.15-13.30	25	5	30	68
13.30-13.45	11	2	13	74
13.45-14.00	12	4	16	80
Peak Sore				
16.00-16.15	36	4	40	
16.15-16.30	58	5	63	
16.30-16.45	30	3	33	
16.45-17.00	26	3	29	165
17.00-17.15	21	4	25	150
17.15-17.30	25	6	31	118
17.30-17.45	22	2	24	109
17.45-18.00	29	2	31	111

4.1.4 Data Survey Jumlah Kendaraan Bermotor pada Ruas Jalan Merdeka

Data jumlah kendaraan bermotor di Jalan Merdeka merupakan kendaraan yang mempunyai asal dan tujuan di sepanjang jalur monorel. Dari data tersebut nantinya akan diasumsikan sebagai *demand* monorel. Survey ini dilakukan pada waktu yang bersamaan dengan survey naik-turun penumpang, dan survey keluar-masuk kendaraan. Waktu pelaksanaan survey dilakukan pada hari tersibuk yaitu hari Sabtu dan pada jam 12.00-14.00 dan 16.00-18.00. Titik survey dan hasil survey dapat dilihat pada gambar dan tabel berikut.



Gambar 4.7 Titik Survey Kendaraan Bermotor

Tabel 4.13 Data Jumlah Kendaraan Bermotor di Jalan Merdeka

Waktu	Jumlah (MC)	Jumlah (LV)
12.00-12.15	751	305
12.15-12.30	768	346
12.30-12.45	873	358
12.45-13.00	814	373
13.00-13.15	584	329
13.15-13.30	510	297
13.30-13.45	553	264
13.45-14.00	498	226

Tabel 4.13 Data Jumlah Kendaraan Bermotor di Jalan Merdeka
(Lanjutan)

Waktu	Jumlah (MC)	Jumlah (LV)
16.00-16.15	412	163
16.15-16.30	397	156
16.30-16.45	348	146
16.45-17.00	296	124
17.00-17.15	288	127
17.15-17.30	271	105
17.30-17.45	282	116
17.45-18.00	227	102

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan data pada **Tabel 4.13** terlihat bahwa volume terbesar terjadi pada jam 12.00-13.00. Maka volume pada jam tersebut digunakan sebagai data untuk penentuan *demand* monorel. Perhitungan volume pada jam puncak adalah sebagai berikut.

- \bullet *Peak Hour Volume* = $\sum V$
 $= 751 + 768 + 873 + 814$
 $= 3206$ kendaraan
- \bullet *Peak Hour Volume* = $\sum V$
 $= 305 + 346 + 358 + 373$
 $= 1382$ kendaraan

4.2 Data Jumlah Kendaraan Bermotor di Kota Bandung

Data jumlah kendaraan bermotor di Kota Bandung digunakan untuk mengetahui besar pertumbuhan kendaraan dari awal perencanaan sampai umur rencana selama 10 tahun. Data jumlah kendaraan bermotor di Kota Bandung ditunjukkan pada **Tabel 4.14** dan **Tabel 4.15**

Tabel 4.14 Data Jumlah Sepeda Motor di Kota Bandung

Tahun	Jumlah sepeda motor
2008	703.827
2009	784.726
2010	859.411

Sumber: <https://bandungkota.bps.go.id/Kota-Bandung-dalam-Angka>

Tabel 4.15 Data Jumlah Mobil Pribadi di Kota Bandung

Tahun	Jumlah mobil pribadi
2008	71.014
2009	72.777
2010	74.445

Sumber: <https://bandungkota.bps.go.id/Kota-Bandung-dalam-Angka>

4.3 Data Jumlah Penduduk Kota Bandung

Data jumlah penduduk kota Bandung digunakan untuk mengetahui besar pertumbuhan penumpang angkutan umum yang nantinya akan berpindah untuk menggunakan moda transportasi monorel dari awal perencanaan sampai umur rencana 10 tahun. Data jumlah penduduk Kota Bandung dapat dilihat pada **Tabel 4.16**.

Tabel 4.16 Data Jumlah Penduduk Kota Bandung

Tahun	Jumlah Penduduk
2002	2.142.194
2003	2.228.268
2004	2.232.624
2005	2.270.970
2006	2.296.848
2007	2.329.928
2008	2.374.198
2009	2.417.288
2010	2.394.873

Sumber: <https://bandungkota.bps.go.id/Kota-Bandung-dalam-Angka>

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

ANALISIS DATA

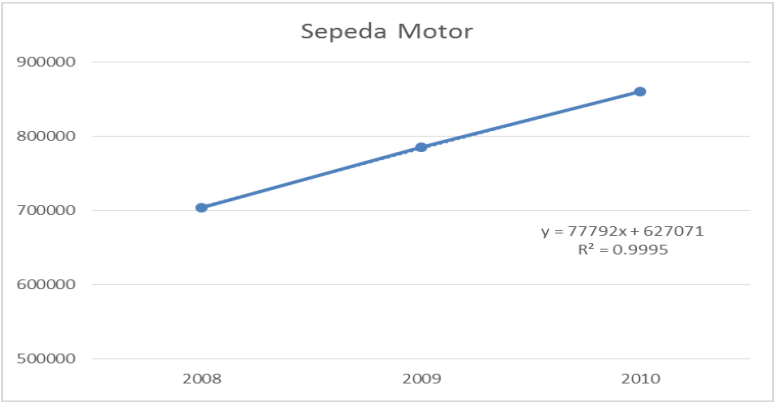
5.1 *Demand Monorel*

Potensi *demand* monorel diperoleh dari jumlah kendaraan bermotor yang melewati ruas Jalan Merdeka. Dimana nantinya jumlah kendaraan bermotor yang melewati ruas Jalan Merdeka akan beralih menggunakan monorel sebesar 30% (Carmen Hass Klau, 2009). Hasil dari perhitungan jumlah kendaraan pada ruas Jalan Merdeka dapat dilihat pada **Tabel 5.1**.

Tabel 5.1 Jumlah Kendaraan di Jalan Merdeka

Jenis Kendaraan	Jumlah
Sepeda Motor	3206
Mobil Pribadi	1384

Selain perhitungan jumlah kendaraan pada ruas Jalan Merdeka, diperlukan pula data jumlah kendaraan di Kota Bandung. Data tersebut kemudian diregresi untuk mengetahui angka pertumbuhan lalu lintas masing-masing kendaraan, mulai dari awal tahun perencanaan hingga tahun umur rencana 10 tahun mendatang. Hasil perhitungan regresi jumlah kendaraan bermotor pada ruas Jalan Merdeka dapat dilihat pada **Tabel 5.2, 5.3 dan 5.4**.



Gambar 5.1 Grafik Hasil Regresi Sepeda Motor

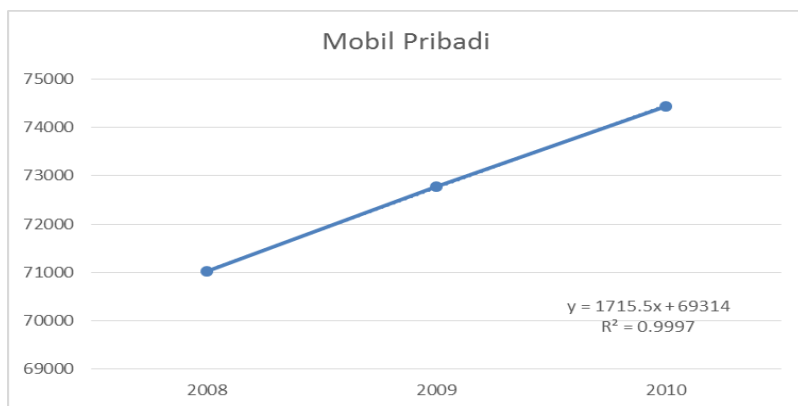
Tabel 5.2 Hasil Regresi Sepeda Motor pada Jalan Merdeka

Tahun	Jumlah Kendaraan
2008	703827
2009	784726
2010	859411

Tahun	Jumlah Kendaraan
2011	860447
2012	938239
2013	1016031
2014	1093823
2015	1171615
2016	1249407
2017	1327199
2018	1404991
2019	1482783
2020	1560575
2021	1638367
2022	1716159
2023	1793951
2024	1871743
2025	1949535
2026	2027327

Sumber : <https://bandungkota.bps.go.id>

Sumber : Hasil *Forecasting*



Gambar 5.2 Grafik Hasil Regresi Mobil Pribadi

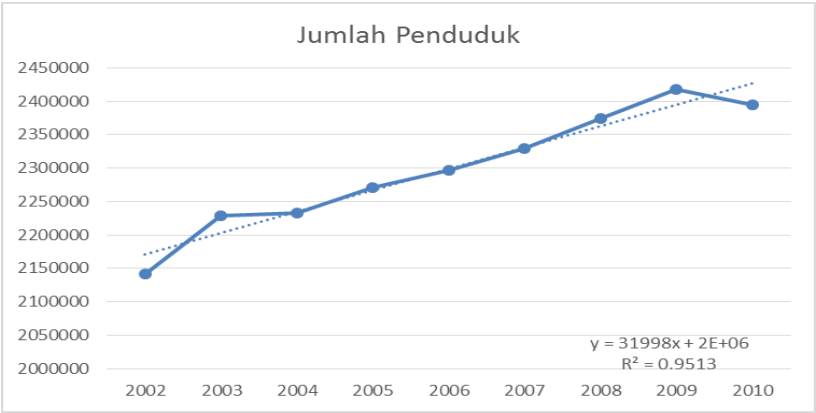
Tabel 5.3 Hasil Regresi Mobil Pribadi pada Jalan Merdeka

Tahun	Jumlah Kendaraan
2008	71014
2009	72777
2010	74445

Tahun	Jumlah Kendaraan
2011	74461
2012	76176
2013	77892
2014	79607
2015	81323
2016	83038
2017	84754
2018	86469
2019	88185
2020	89900
2021	91616
2022	93331
2023	95047
2024	96762
2025	98478
2026	100193

Sumber : <https://bandungkota.bps.go.id>

Sumber : Hasil *Forecasting*



Gambar 5.3 Grafik Hasil Regresi Jumlah Penduduk Kota Bandung

Tabel 5.4 Hasil Regresi Jumlah Penduduk Kota Bandung

Tahun	Jumlah Kendaraan	Tahun	Jumlah Kendaraan
2002	2142194	2011	2287982
2003	2228268	2012	2319980
2004	2232624	2013	2351978
2005	2270970	2014	2383976
2006	2296848	2015	2415974
2007	2329928	2016	2447972
2008	2374198	2017	2479970
2009	2417288	2018	2511968
2010	2394873	2019	2543966
		2020	2575964
		2021	2607962
		2022	2639960
		2023	2671958
		2024	2703956
		2025	2735954
		2026	2767952

Sumber : <https://bandungkota.bps.go.id>

Sumber : Hasil *Forecasting*

Setelah perhitungan regresi pada masing-masing data dilakukan perhitungan rasio untuk mendapatkan nilai pertumbuhan selama umur rencana. Perhitungan tersebut dijelaskan pada uraian berikut.

- Rasio Pertumbuhan Sepeda Motor

$$R = \frac{D_{2026}}{D_{2016}} = \frac{2027327}{1249407} = 1,6$$

- Rasio Pertumbuhan Mobil Pribadi

$$R = \frac{D_{2026}}{D_{2016}} = \frac{100193}{83038} = 1,2$$

- Rasio Pertumbuhan Jumlah Penduduk

$$R = \frac{D_{2026}}{D_{2016}} = \frac{2767952}{2447972} = 1,1$$

Berdasarkan data pada **Tabel 5.1** berikut contoh perhitungan *demand* monorel pada tahun 2016.

- Sepeda motor

Volume Lalu Lintas = 3206 kendaraan/jam

Asumsi okupansi = 1 orang/sepeda motor

MC = 3206 kend./jam x 1 = 3206 penumpang/jam

- Mobil pribadi

Volume Lalu Lintas = 1382 kendaraan/jam

Asumsi okupansi = 2 orang/mobil

LV = 1382 kend./jam x 2 = 2764 penumpang/jam

- Potensi Demand Monorel pada tahun 2016

MC = 3206 penumpang/jam x 30% = 962 pnp/jam

LV = 2764 penumpang/jam x 30% = 829 pnp/jam +
= 1791 pnp/jam

Untuk mengetahui demand pada tahun 2026 maka data tersebut dikalikan rasio pengali, seperti pada uraian berikut.

- Sepeda motor

Volume Lalu Lintas x 1.6 = 5130 kend./jam

Asumsi okupansi = 1 orang/sepeda motor

MC = 5130 kend./jam x 1 = 5130 penumpang/jam

- Mobil pribadi
 $\text{Volume Lalu Lintas} \times 1.2 = 1658 \text{ kendaraan/jam}$
 $\text{Asumsi okupansi} = 2 \text{ orang/mobil}$
 $\text{LV} = 1384 \text{ kend./jam} \times 2 = 3317 \text{ penumpang/jam}$
- Potensi Demand Monorel pada tahun 2016
 $\text{MC} = 5130 \text{ penumpang/jam} \times 30\% = 1539 \text{ pnp/jam}$
 $\text{LV} = 3317 \text{ penumpang/jam} \times 30\% = \underline{995 \text{ pnp/jam}} +$
 $= 2534 \text{ pnp/jam}$

Tabel 5.5 Jumlah *Demand* Monorel

Tahun	Jumlah Demand
2016	1791
2026	2534

5.2 Analisis Demand Penumpang Naik dan Turun

Jumlah penumpang di Jalan Merdeka dihitung dengan cara menjumlahkan dari data jumlah naik turun penumpang dengan jumlah kendaraan keluar masuk pusat kegiatan dalam waktu yang bersamaan. Hasil survey kendaraan keluar masuk pusat kegiatan tersebut nantinya ditentukan 30% yang akan beralih ke monorel sedangkan untuk jumlah naik turun penumpang ditentukan nilai 100%.

Dari data survey kendaraan keluar masuk pusat kegiatan, ditentukan volume perjam terbesar dari data pada hari Selasa, Rabu, Kamis, dan Sabtu

➤ Contoh perhitungan

Data *peak sore* (16.00-18.00)

- Kendaraan masuk :
 $\text{MC} = 243 \text{ kendaraan/jam} \times 1 = 243 \text{ pnp/jam}$
 $\text{LV} = 105 \text{ kendaraan/jam} \times 2 = 210 \text{ pnp/jam}$
- Kendaraan keluar :
 $\text{MC} = 223 \text{ kendaraan/jam} \times 1 = 223 \text{ pnp/jam}$
 $\text{LV} = 165 \text{ kendaraan/jam} \times 2 = 330 \text{ pnp/jam}$
- Penumpang naik/turun :

Naik = 100 penumpang/jam

Turun = 63 penumpang/jam

Untuk kendaraan keluar masuk pusat kegiatan berpotensi 100% beralih menggunakan monorel dirasa sangat optimis. Oleh karena itu digunakan nilai realistis yaitu sebesar 30% dari jumlah kendaraan keluar masuk pusat kegiatan. Sedangkan untuk jumlah penumpang naik turun kendaraan umum berpotensi beralih sebesar 100%. Hal tersebut karena jalur angkutan umum yang berhimpitan dengan jalur monorel, sehingga dipastikan orang akan beralih menggunakan monorel.

- Kendaraan Masuk:

MC = 243 pnp/jam x 30% = 73 pnp/jam

LV = 210 pnp/jam x 30% = 63 pnp/jam

- Kendaraan Keluar:

MC = 233 pnp/jam x 30% = 70 pnp/jam

LV = 330 pnp/jam x 30% = 99 pnp/jam

- Penumpang Naik / Turun:

Naik = 100 pnp/jam = 100 pnp/jam

Turun = 63 pnp/jam = 63 pnp/jam

Jumlah penumpang naik di stasiun rencana didapatkan dari penjumlahan jumlah kendaraan keluar ditambah dengan jumlah penumpang naik, sedangkan untuk penumpang turun di stasiun rencana didapatkan dari penjumlahan jumlah kendaraan masuk dan penumpang turun.

- Jumlah penumpang naik di stasiun rencana:

MC keluar = 70 pnp/jam

LV Keluar = 99 pnp/jam

Penumpang naik = 100 pnp/jam +
= 269 pnp/jam

- Jumlah penumpang turun di stasiun rencana:

MC masuk = 73 pnp/jam

LV masuk = 63 pnp/jam

Penumpang turun = 63 pnp/jam +
= 199 pnp/jam

Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan jumlah penumpang naik di stasiun rencana sebesar 269 pnp/jam, dan jumlah penumpang turun di stasiun rencana sebesar 199 pnp/jam. Jumlah penumpang naik dan turun di stasiun rencana tersebut merupakan jumlah dalam kondisi 1 arah monorel pada Jalan Merdeka. Data yang digunakan untuk perencanaan jumlah penumpang adalah data hari sabtu karena jumlah terbesar pada hasil survey seperti terlihat pada **Tabel 5.6**.

Tabel 5.6 Potensi Demand Monorel pada Stasiun Pemberhentian di Jalan Merdeka

Waktu survey	Kendaraan Masuk			Kendaraan Keluar			Penumpang Naik/Turun		Kendaraan Masuk		Kendaraan Keluar		Penumpang Naik/Turun		Penumpang Naik di	Penumpang Turun
	MC	LV	LV*2	MC	LV	LV*2	Naik	Turun	MC (30%)	LV (30%)	MC (30%)	LV (30%)	Naik (100%)	Turun (100%)	Halte Rencana	di Halte Rencana
Peak Pagi (07.00-09.00)																
07.00-08.00	78	4	8	3	4	8	0	8	23	2	1	2	0	8	3	34
07.15-08.15	138	9	18	6	6	12	2	18	41	5	2	4	2	18	7	65
07.30-08.30	210	18	36	9	4	8	2	31	63	11	3	2	2	31	7	105
07.45-08.45	252	28	56	14	5	10	3	38	76	17	4	3	3	38	10	130
08.00-09.00	284	33	66	16	5	10	3	43	85	20	5	3	3	43	11	148
Peak Siang (12.00-14.00)																
12.00-13.00	155	67	134	97	38	76	32	53	47	40	29	23	32	53	84	140
12.15-13.15	204	83	166	116	47	94	42	82	61	50	35	28	42	82	105	193
12.30-13.30	289	104	208	144	68	136	53	131	87	62	43	41	53	131	137	280
12.45-13.45	337	103	206	140	74	148	51	158	101	62	42	44	51	158	137	321
13.00-14.00	335	109	218	150	80	160	53	188	101	65	45	48	53	188	146	354
Peak Sore (16.15-18.15)																
16.00-17.00	243	105	210	233	165	330	100	63	73	63	70	99	100	63	269	199
16.15-17.15	231	102	204	214	150	300	94	62	69	61	64	90	94	62	248	193
16.30-17.30	229	95	190	196	118	236	80	60	69	57	59	71	80	60	210	186
16.45-17.45	221	97	194	177	109	218	60	51	66	58	53	65	60	51	179	176
17.00-18.00	174	92	184	151	111	222	42	48	52	55	45	67	42	48	154	155

Keterangan: Berdasarkan survey, untuk kendaraan pribadi asumsi okupansi 2 orang/mobil, sedangkan untuk sepeda motor okupansi 1 orang/sepeda motor

Pada **Tabel 5.6** dapat dilihat jumlah penumpang naik di stasiun rencana tertinggi sebesar 269 penumpang/jam dan penumpang turun di stasiun rencana tertinggi sebesar 354 penumpang/jam pada tahun 2016.

Dalam pengerjaan tugas akhir ini analisa perhitungan desain stasiun pemberhentian monorel dirancang umur rencana 10 tahun dengan menggunakan pertumbuhan jumlah penumpang pada tahun 2016 dan 2026. Hal ini dikarenakan pada tahun 2016 adalah tahun awal perencanaan stasiun monorel. Sedangkan tahun 2026 adalah perencanaan akhir sesuai umur rencana.

Untuk mendapatkan jumlah penumpang naik dan turun di stasiun rencana pada tahun 2026, perhitungan dilakukan dengan cara mengalikan hasil perhitungan dalam **Tabel 5.6** dengan rasio pertumbuhan. Contoh perhitungannya adalah sebagai berikut.

➤ Data *peak sore* (16.00-18.00)

- Kendaraan masuk :
 - MC = 243 kendaraan/jam x 1 x 1.6 = 389 pnp/jam
 - LV = 105 kendaraan/jam x 2 x 1.2 = 252 pnp/jam
- Kendaraan keluar :
 - MC = 233 kendaraan/jam x 1 x 1.6 = 373 pnp/jam
 - LV = 165 kendaraan/jam x 2 x 1.2 = 396 pnp/jam
- Penumpang naik/turun :
 - Naik = 100 penumpang/jam x 1.1 = 110 pnp/jam
 - Turun = 63 penumpang/jam x 1.1 = 69 pnp/jam
- Kendaraan Masuk:
 - MC = 389 pnp/jam x 30% = 117 pnp/jam
 - LV = 252 pnp/jam x 30% = 76 pnp/jam
- Kendaraan Keluar:
 - MC = 373 pnp/jam x 30% = 112 pnp/jam
 - LV = 396 pnp/jam x 30% = 119 pnp/jam

- Penumpang Naik / Turun:
 Naik = 110 pnp/jam = 110 pnp/jam
 Turun = 69 pnp/jam = 69 pnp/jam
- Jumlah penumpang naik di stasiun rencana:
 MC keluar = 112 pnp/jam
 LV Keluar = 119 pnp/jam
 Penumpang naik = 110 pnp/jam +
 = 341 pnp/jam
- Jumlah penumpang turun di stasiun rencana:
 MC masuk = 117 pnp/jam
 LV masuk = 76 pnp/jam
 Penumpang turun = 69 pnp/jam +
 = 262 pnp/jam

Untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada **Tabel 5.7**.

Tabel 5.7 Potensi Demand Monorel pada Stasiun Pemberhentian di Jalan Merdeka tahun 2026

Waktu survey	Kendaraan Masuk			Kendaraan Keluar			Penumpang Naik/Turun		Kendaraan Masuk		Kendaraan Keluar		Penumpang Naik/Turun		Penumpang Naik di	Penumpang Turun
	MC	LV	LV*2	MC	LV	LV*2	Naik	Turun	MC (30%)	LV (30%)	MC (30%)	LV (30%)	Naik (100%)	Turun (100%)	Halte Rencana	di Halte Rencana
Peak Pagi (07.00-09.00)																
07.00-08.00	125	5	10	5	5	10	0	9	37	3	1	3	0	8.8	4	49
07.15-08.15	221	11	22	10	7	14	2	20	66	6	3	4	2.2	19.8	9	93
07.30-08.30	336	22	43	14	5	10	2	34	101	13	4	3	2.2	34.1	9	148
07.45-08.45	403	34	67	22	6	12	3	42	121	20	7	4	3.3	41.8	14	183
08.00-09.00	454	40	79	26	6	12	3	47	136	24	8	4	3.3	47.3	15	207
Peak Siang (12.00-14.00)																
12.00-13.00	248	80	160.8	155	46	91	35	58	74	48	47	27	35.2	58.3	109	181
12.15-13.15	326	100	199.2	186	56	113	46	90	98	60	56	34	46.2	90.2	136	248
12.30-13.30	462	125	249.6	230	82	163	58	144	139	75	69	49	58.3	144.1	176	358
12.45-13.45	539	124	247.2	224	89	178	56	174	162	74	67	53	56.1	173.8	177	410
13.00-14.00	536	131	261.6	240	96	192	58	207	161	78	72	58	58.3	206.8	188	446
Peak Sore (16.15-18.15)																
16.00-17.00	389	126	252	373	198	396	110	69	117	76	112	119	110	69.3	341	262
16.15-17.15	370	122	245	342	180	360	103	68	111	73	103	108	103.4	68.2	314	253
16.30-17.30	366	114	228	314	142	283	88	66	110	68	94	85	88	66	267	244
16.45-17.45	354	116	233	283	131	262	66	56	106	70	85	78	66	56.1	229	232
17.00-18.00	278	110	221	242	133	266	46	53	84	66	72	80	46.2	52.8	199	203

5.3 Desain Stasiun Pemberhentian Monorel

Faktor –faktor yang mempengaruhi desain dari stasiun pemberhentian monorel adalah :

1. Analisis *headway*
2. Monorel yang digunakan
3. Analisis antrian
4. Akses penumpang ke stasiun monorel

5.3.1 Analisis *Headway*

Dalam perencanaan stasiun pemberhentian monorel analisa *headway* yang digunakan adalah *headway* kebutuhan, yang artinya *headway* berdasarkan besar frekuensi monorel yang telah dihitung. Perhitungan *headway* dianalisa dengan menggunakan 5 jenis monorel yang mempunyai kapasitas dan dimensi yang berbeda-beda. Contoh perhitungan analisa *headway* adalah sebagai berikut. *Headway* kebutuhan (h) :

$$h = 60 \times \text{kapasitas} \times \text{Load Factor} / \text{jml penumpang}$$

$$h = 60 \times 316 \times 1/1791$$

$$h = 10,59 \text{ menit}$$

Ket. : - *Load Factor* diasumsikan 1 (monorel terisi penuh)
 - Jumlah penumpang didapat dari *demand* tahun 2016
 (Tabel 5.7)

Dengan cara yang sama hasil analisis selengkapnya dapat dilihat pada **Tabel 5.8** dan **Tabel 5.9**.

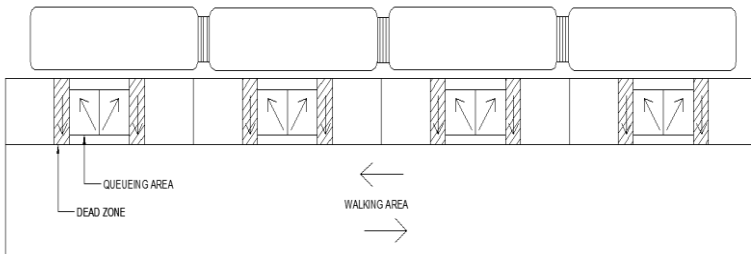
Tabel 5.8 Hasil Perhitungan Headway Monorel tahun 2016

Jenis monorel	Kapasitas	Jumlah Penumpang	Load Factor	h (menit)	h (detik)	Frekuensi Monorel
Hitachi (small)	316	1791	1	10.59	635.18	6
Hitachi (standart)	580	1791	1	19.43	1165.83	3
Bombardier	356	1791	1	11.93	715.58	5
Metrail (plus)	184	1791	1	6.16	369.85	10
Scomi	485	1791	1	16.25	974.87	4
Intamin	210	1791	1	7.04	422.11	9

Tabel 5.9 Hasil Perhitungan Headway Monorel tahun 2026

Jenis monorel	Kapasitas	Jumlah Penumpang	Load Factor	h (menit)	h (detik)	Frekuensi Monorel
Hitachi (small)	316	2534	1	7.48	448.95	8
Hitachi (standart)	580	2534	1	13.73	823.99	4
Bombardier	356	2534	1	8.43	505.76	7
Metrail (plus)	184	2534	1	4.36	261.40	14
Scomi	485	2534	1	11.48	689.03	5
Intamin	210	2534	1	4.97	298.34	12

Dari *headway* kebutuhan nantinya akan mendapatkan jumlah penumpang dalam waktu tunggu kedatangan monorel di stasiun pemberhentian. Dengan jumlah kedatangan penumpang tersebut nantinya akan berpengaruh terhadap luasan fasilitas berupa ruang tunggu kedatangan monorel (peron). Didalam perencanaan peron terdapat 3 bagian yang perlu diperhitungkan untuk memberikan kenyamanan terhadap para penumpang yang akan menggunakan moda transportasi monorel, yaitu *Dead Zone*, *Queueing Area*, dan *Walking Area*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 5.4**.



Gambar 5.4 *Dead Zone, Queueing Area, dan Walking Area*

➤ ***Dead Zone***

Dead zone adalah suatu zona atau suatu jalur pada peron yang dikhususkan untuk penumpang turun dari moda transportasi monorel sehingga dengan adanya zona tersebut diharapkan tidak adanya konflik antara penumpang turun dan penumpang yang akan naik saat monorel tiba pada stasiun pemberhentian. Ukuran dari *dead zone* mengikuti lebar pintu dari monorel dan lebar dari *queueing area*.

➤ ***Queueing area***

Queueing area merupakan area yang disediakan pada peron untuk penumpang sebagai tempat menunggu kedatangan monorel. Posisi *queueing area* berada disamping pintu monorel agar mempermudah penumpang untuk masuk kedalam monorel. Luas *queueing area* dapat ditentukan berdasarkan banyaknya jumlah penumpang yang mengantri dalam waktu tunggu kedatangan monorel (*headway*). Untuk perhitungannya dapat dilihat pada tabel 5.10 dan tabel 5.11.

Tabel 5.10 Jumlah Penumpang Tiap Tipe Monorel Tahun 2016

Jenis Monorel	Pnp Naik / jam	Pnp naik per arah	Pnp naik per arah per menit	Headway	Jumlah pnp naik (menit)
Hitachi (small)	269	135	2.25	10.59	24
Hitachi (standard)	269	135	2.25	19.43	44
Bombardier	269	135	2.25	11.93	27
Metraill (plus)	269	135	2.25	6.16	14
Scomi	269	135	2.25	16.25	37
Intamin	269	135	2.25	7.04	16

Tabel 5.11 Jumlah Penumpang Tiap Tipe Monorel Tahun 2026

Jenis Monorel	Pnp Naik / jam	Pnp naik per arah	Pnp naik per arah per menit	Headway	Jumlah pnp naik (menit)
Hitachi (small)	341	170.5	2.84	7.48	21
Hitachi (standard)	341	170.5	2.84	13.73	39
Bombardier	341	170.5	2.84	8.43	24
Metraill (plus)	341	170.5	2.84	4.36	12
Scomi	341	170.5	2.84	11.48	33
Intamin	341	170.5	2.84	4.97	14

Dari **Tabel 5.10** dan **5.11** dipilih penumpang per *headway* pada akhir umur rencana pada tahun 2026 untuk setiap tipe monorel di dalam perhitungan luas *queueing area* direncanakan *Level of Service* (LOS) C yang memiliki *space* antara 0,7 – 0,9 m²/orang. Perhitungan luasan *queueing area* berdasarkan jenis monorel adalah sebagai berikut.

- Hitachi (*small*)
 $L = 0,9 \text{ m}^2 / \text{orang} \times V$
 $L = 0,9 \text{ m}^2 / \text{orang} \times (21 / 4)$
 $L = 4,73 \text{ m}^2$
 Dengan lebar = 0,9 m ; panjang = 4,73 m
- Hitachi (*standard*)
 $L = 0,9 \text{ m}^2 / \text{orang} \times V$
 $L = 0,9 \text{ m}^2 / \text{orang} \times (39 / 8)$

$$L = 4,39 \text{ m}^2$$

Dengan lebar = 0,9 m ; panjang = 4,39 m

- Bombardier

$$L = 0,9 \text{ m}^2 / \text{orang} \times V$$

$$L = 0,9 \text{ m}^2 / \text{orang} \times (24 / 8)$$

$$L = 2,70 \text{ m}^2$$

Dengan lebar = 0,9 m ; panjang = 2,70 m

- Metrail

$$L = 0,9 \text{ m}^2 / \text{orang} \times V$$

$$L = 0,9 \text{ m}^2 / \text{orang} \times (12 / 4)$$

$$L = 2,70 \text{ m}^2$$

Dengan lebar = 0,9 m ; panjang = 2,70 m

- Scomi

$$L = 0,9 \text{ m}^2 / \text{orang} \times V$$

$$L = 0,9 \text{ m}^2 / \text{orang} \times (33 / 8)$$

$$L = 3,71 \text{ m}^2$$

Dengan lebar = 0,9 m ; panjang = 3,71 m

- Intamin

$$L = 0,9 \text{ m}^2 / \text{orang} \times V$$

$$L = 0,9 \text{ m}^2 / \text{orang} \times (14 / 4)$$

$$L = 3,15 \text{ m}^2$$

Dengan lebar = 0,9 m ; panjang = 3,15 m

Keterangan: Luasan yang didapat merupakan luasan untuk 1 pintu pada tiap jenis monorel sehingga luas total yang didapat nantinya dikali dengan jumlah pintu pada setiap jenis monorel.

➤ **Walking Area**

Walking area adalah jalur pejalan kaki yang disediakan pada peron sebagai akses bagi penumpang yang masuk peron menuju *queueing area* maupun penumpang yang turun dari monorel menuju keluar peron.

Walking area dapat dihitung berdasarkan jumlah penumpang naik ditambah jumlah penumpang turun kemudian dibagi dengan jumlah frekuensi tiap monorel. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada **Tabel 5.12** dan **5.13**

Tabel 5.12 Jumlah Pejalan Kaki Tahun 2016

Jenis Monorel	Pnp Naik per arah (jam)	Pnp Turun per arah (jam)	Pnp naik per arah per menit	Frekuensi	Jumlah pnp naik (menit)
Hitachi (small)	135	177	312	6	55
Hitachi (standart)	135	177	312	3	101
Bombardier	135	177	312	5	62
Metraail (plus)	135	177	312	10	32
Scomi	135	177	312	4	84
Intamin	135	177	312	9	37

Tabel 5.13 Jumlah Pejalan Kaki Tahun 2026

Jenis Monorel	Pnp Naik per arah (jam)	Pnp Turun per arah (jam)	Pnp naik per arah per menit	Frekuensi	Jumlah pnp naik (menit)
Hitachi (small)	171	223	394	8	49
Hitachi (standart)	171	223	394	4	90
Bombardier	171	223	394	7	55
Metraail (plus)	171	223	394	14	29
Scomi	171	223	394	5	75
Intamin	171	223	394	12	33

Dari **Tabel 5.12** dan **5.13** dipilih jumlah penumpang per *headway* pada akhir umur rencana pada tahun 2026 untuk setiap jenis monorel. Di dalam perhitungan luas *walking area* direncanakan *Level Of Service* (LOS) C yang memiliki *space* $\geq 2,2$ m²/orang. Perhitungan luasan *walking area* adalah sebagai berikut.

- Hitachi (small)

$$L = 2,2 \text{ m}^2 / \text{orang} \times V$$

$$L = 2,2 \text{ m}^2 / \text{orang} \times 49$$

$$L = 107,96 \text{ m}^2$$

Dengan lebar $= L / \text{Panjang monorel}$
 $= 107,96/38$
 $= 2,84 \text{ m}$
- Hitachi (standard)

$$L = 2,2 \text{ m}^2 / \text{orang} \times V$$

$$L = 2,2 \text{ m}^2 / \text{orang} \times 90$$

$$L = 198,15 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Dengan lebar} &= L / \text{Panjang monorel} \\ &= 198,15 / 57 \\ &= 3,48 \text{ m} \end{aligned}$$

- Bombardier

$$L = 2,2 \text{ m}^2 / \text{orang} \times V$$

$$L = 2,2 \text{ m}^2 / \text{orang} \times 55$$

$$L = 121,62 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Dengan lebar} &= L / \text{Panjang monorel} \\ &= 121,62 / 50,11 \\ &= 2,43 \text{ m} \end{aligned}$$

- Metrail

$$L = 2,2 \text{ m}^2 / \text{orang} \times V$$

$$L = 2,2 \text{ m}^2 / \text{orang} \times 29$$

$$L = 62,86 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Dengan lebar} &= L / \text{Panjang monorel} \\ &= 62,86 / 40 \\ &= 1,57 \text{ m} \end{aligned}$$

- Scomi

$$L = 2,2 \text{ m}^2 / \text{orang} \times V$$

$$L = 2,2 \text{ m}^2 / \text{orang} \times 75$$

$$L = 165,69 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Dengan lebar} &= L / \text{Panjang monorel} \\ &= 165,69 / 44,8 \\ &= 3,70 \text{ m} \end{aligned}$$

- Intamin

$$L = 2,2 \text{ m}^2 / \text{orang} \times V$$

$$L = 2,2 \text{ m}^2 / \text{orang} \times 33$$

$$L = 71,74 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Dengan lebar} &= L / \text{Panjang monorel} \\ &= 71,74 / 42 \\ &= 1,71 \text{ m} \end{aligned}$$

Keterangan:

L = Luas *walking area*

V = Jumlah pejalan kaki

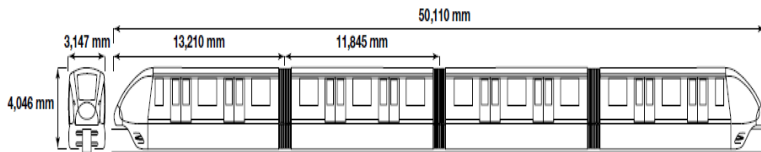
5.3.2 Monorel yang Digunakan

Pada perhitungan *headway* kebutuhan untuk 6 jenis monorel, jika monorel yang digunakan adalah tipe Metrail dengan kapasitas 184 penumpang, maka akan didapat nilai *headway* yang sangat kecil sehingga akan sangat banyak dibutuhkan jumlah armada monorel yang akan digunakan. Tetapi jika menggunakan monorel dengan tipe Hitachi (standard) yang berkapasitas 580 penumpang, berdasarkan luasan peron yang telah dihitung maka dibutuhkan luasan yang cukup besar sehingga akan berpengaruh terhadap luasan dari stasiun.

Akan tetapi perlu diketahui bahwa *headway* yang dihitung merupakan *headway* maksimum, sehingga bisa ditentukan *headway* yang lebih kecil dari hasil perhitungan. Berdasarkan pertimbangan tersebut, akhirnya dipilih monorel dengan tipe Bombardier dengan kapasitas 358 penumpang untuk digunakan pada Koridor 1 Utara-Selatan dengan *headway* rencana 6 menit. Monorel tipe Bombardier ini memiliki data-data sebagai berikut :

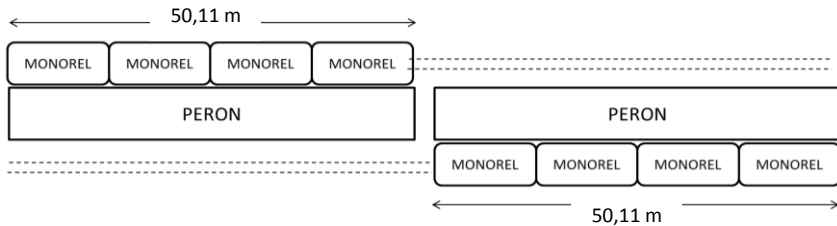
- Panjang Monorel : 50,11 m (4 gerbong)
- Lebar Monorel : 3,147 m
- Tinggi Monorel : 4,046 m
- Kapasitas : 358 penumpang
- Jumlah Pintu : 8
- Lebar Pintu : 1,6 m

Untuk lebih jelasnya data tersebut dapat dilihat pada **Gambar 5.5**.



Gambar 5.5 Dimensi Monorel “Bombardier”

Berdasarkan monorel tipe Bombardier yang digunakan maka direncanakan panjang stasiun mengikuti panjang dari monorel yaitu 50,11 m, sehingga lebar peron pun menyesuaikan dengan *queueing area* yaitu $1,73 + 0,9 = 2,63$ m untuk satu arah monorel. Monorel yang direncanakan adalah *double track*, sehingga luas total dari peron adalah $2 \times 50,11 \text{ m} \times 2,63 \text{ m} = 263,57 \text{ m}^2$ untuk dua arah pada stasiun pemberhentian monorel di Jalan Merdeka.



Gambar 5.6 Posisi Peron dan Monorel

5.3.3 Analisis Antrian

Perencanaan sistem tiket untuk monorel di koridor 1 utara-selatan adalah dengan menggunakan sistem *smart card* yang berupa kartu dan penjualannya terdapat pada masing-masing stasiun pemberhentian. Pemilihan sistem ini dikarenakan memiliki teknologi yang dapat diprogram untuk beberapa variasi jarak perjalanan. Penggunaan sistem tiket ini akan memastikan semua penumpang memiliki tiket dan dapat mempersingkat waktu antrian.

Setelah tiket dibeli sesuai rute tujuan, nantinya kartu tiket tersebut ditempelkan di sebuah alat yang ada pada *gate* masuk peron untuk membuka akses menuju peron. Kemudian setelah sampai pada stasiun yang dituju untuk keluar dari peron diperlukan kartu tiket keberangkatan yang nantinya dimasukkan kedalam suatu alat pada *gate* keluar peron agar pintu terbuka. Untuk penyandang cacat atau pengguna kursi roda disediakan *gate* masuk dan *gate* keluar peron khusus.

Disiplin antrian yang digunakan adalah FIFO (*First In First Out*) untuk loket penjualan tiket, *gate* masuk dan *gate* keluar peron. Perhitungan antrian terjadi pada loket antrian dan *gate* masuk serta *gate* keluar peron yang dapat dilihat pada **Tabel 5.14, 5.15, dan 5.16.**

Tabel 5.14 Analisis Antrian di Loket Penjualan Tiket

Tahun	Pnp naik (jam) (λ) per arah	WP (detik)	WP (menit)	μ	ρ	k	$p(0)$	n	q	w	w (detik)	d	d (detik)
2016	135	12	0.2	300	0.448333	1	0.551667	0.812689	0.812689	0.006042	21.75	0.002709	9.75
2026	171	12	0.2	300	0.568333	1	0.431667	1.316602	1.316602	0.007722	27.80	0.004389	15.80

Tabel 5.15 Analisis Antrian di Gate Masuk Peron

Tahun	Pnp naik (jam) (λ) per arah	WP (detik)	WP (menit)	μ	ρ	k	$p(0)$	n	q	w	w (detik)	d	d (detik)
2016	135	4	0.066667	900	0.149444	1	0.850556	0.175702	0.175702	0.001306	4.70	0.000195	0.70
2026	171	4	0.066667	900	0.189444	1	0.810556	0.233722	0.233722	0.001371	4.93	0.00026	0.93

Tabel 5.16 Analisis Antrian di Gate Keluar Peron

Tahun	Pnp naik (jam) (λ) per arah	WP (detik)	WP (menit)	μ	ρ	k	$p(0)$	n	q	w	w (detik)	d	d (detik)
2016	177	4	0.066667	900	0.196667	1	0.803333	0.244813	0.244813	0.001383	4.98	0.000272	0.98
2026	223	4	0.066667	900	0.247778	1	0.752222	0.329394	0.329394	0.001477	5.32	0.000366	1.32

Keterangan :

Pnp Naik (λ)	: tingkat kedatangan penumpang naik di stasiun rencana (jam)
Pnp Turun (λ)	: tingkat kedatangan penumpang turun di stasiun rencana (jam)
WP	: Waktu Pelayanan (detik)
μ	: Tingkat pelayanan 3600/WP (pnp per jam)
ρ	: Tingkat nisbah antara tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan
$p(0)$: Besarnya peluang terjadinya kondisi dimana tidak ada orang dalam sistem antrian
K	: Jumlah tempat pelayanan
n	: Jumlah penumpang dalam sistem (penumpang persatuan waktu)
q	: Jumlah penumpang dalam antrian (penumpang persatuan waktu)
d	: Waktu penumpang dalam sistem (satuan waktu)
w	: Waktu penumpang dalam antrian (satuan waktu)

Contoh Perhitungan :

1. Loket Penjualan Tiket

Berdasarkan **Tabel 5.14** dapat ditentukan:

- Jumlah penumpang naik = 269 (untuk 2 arah)
- Tingkat kedatangan (λ) = 135 (untuk 1 arah)
- WP = 11 detik (Peraturan Menteri PU Nomor 392 2005, SPM Jalan Tol)
- $\mu = 3600/11 = 327.27$
- $\rho = 135/300 = 0.448$

Berarti dibutuhkan loket lebih dari satu. Dengan asumsi jumlah loket penjualan (K) = 1, untuk 1 arah

- Menghitung besarnya peluang terjadinya kondisi tidak ada orang dalam sistem

$$\begin{aligned} P(0) &= 1 - \frac{\lambda}{\mu} \\ &= 1 - \frac{135}{327.27} \\ &= 0.589 \end{aligned}$$

- Menghitung jumlah penumpang dalam sistem

$$\begin{aligned} n &= \frac{\rho}{1 - \rho} \\ &= \frac{0.448}{1 - 0.448} \\ &= 0.6977 \end{aligned}$$

- Menghitung jumlah penumpang dalam antrian

$$\begin{aligned} q &= \frac{\rho}{1 - \rho} \\ &= \frac{0.448}{1 - 0.448} \\ &= 0.6977 \end{aligned}$$

- Menghitung waktu penumpang dalam sistem

$$\begin{aligned} d &= \frac{1}{\mu - \lambda} \\ &= \frac{1}{327.27 - 135} \\ &= 0.002132 \text{ jam} = 7.67 \text{ detik} \end{aligned}$$

- Menghitung waktu penumpang dalam antrian

$$\begin{aligned} w &= d - \frac{1}{\mu} \\ &= 0.006042 \text{ jam} = 21.75 \text{ detik} \end{aligned}$$

2. Pintu Masuk *Gate* Peron

Berdasarkan **Tabel 5.15** tahun 2016 dapat ditentukan:

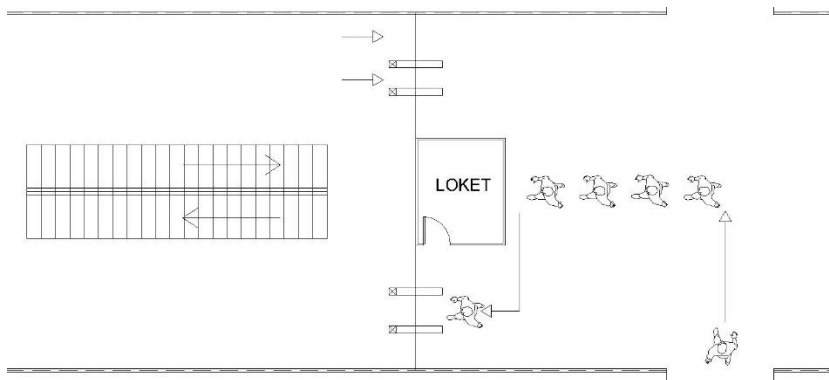
- Jumlah penumpang naik = 269 (untuk 2 arah)
- Tingkat kedatangan (λ) = 35 (untuk 1 arah)
- WP = 3 detik (asumsi)
- $\mu = 3600/3 = 1200$
- $\rho = 135/1200 = 0,149 < 1$ (memenuhi syarat)

Dengan nilai $\rho < 1$, berarti tingkat pelayanan lebih besar dari tingkat kedatangan dengan hal ini dapat dipastikan tidak akan terjadi antrian yang bertambah panjang sehingga cukup digunakan satu *gate* peron.

Berdasarkan tabel 5.14, penumpang naik yang akan mengantri di loket pembelian tiket adalah 341 penumpang/jam untuk 2 arah atau 3 penumpang/menit untuk tiap arahnya atau 18 penumpang/headway kedatangan. Jika asumsi setiap satu penumpang memerlukan luasan sebesar $0,25 \text{ m}^2$, maka perhitungan luasan fasilitas loket antri yang dibutuhkan adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} \text{Luasan antrian} &= 18 \times 0,25 \text{ m}^2 \\ &= 4,5 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Dengan $P = 4,5 \text{ m}$ dan $L = 1 \text{ m}$ untuk setiap loket pembelian tiket.



Gambar 5.7 Ilustrasi Antrian FIFO (First In First Out)

5.3.4 Akses Penumpang Ke Stasiun Monorel

Akses penumpang menuju stasiun direncanakan menggunakan jembatan penyebrangan orang. Hal ini dikarenakan monorel dibangun secara *elevated double track* dengan portal penyangga diatas trotoar, sehingga secara otomatis diperlukan jembatan penyebrangan yang menghubungkan antara stasiun dengan trotoar.

Perhitungan lebar penyebrangan berdasarkan pada Peraturan Bina Marga, Direktorat Jendral, 1995 tentang Tata Cara Perencanaan Fasilitas Pejalan Kaki di Kawasan Perkotaan. Rumus perhitungan akses bagi penumpang adalah sebagai berikut.

$$LT = Lp + Lh$$

Dimana:

Lt = Lebar total jalur pejalan kaki

Lp = Lebar jalur pejalan kaki sesuai dengan tingkat kenyamanan yang diinginkan (lebar minimum = 1,80m)

Lh = Lebar tambahan akibat halangan bangunan bangunan yang ada disampingnya (kursi roda = 1,20m)

Dari persamaan tersebut dapat dilakukan perhitungan lebar total jalur pejalan kaki adalah sebagai berikut.

- $LT = 1,8 \text{ m} + 1,2 \text{ m} = 3 \text{ m}$

Berdasarkan Kepmen 468 tentang persyaratan aksesibilitas pada bangunan gedung dan lingkungan, lebar minimum yang disyaratkan adalah 190 cm untuk 2 jalur. Maka lebar yang diambil untuk jembatan penyebrangan akses penumpang ke stasiun adalah 3 m. Dan khusus untuk kaum difabel atau pengguna kursi roda disediakan *lift* dengan dimensi 2 m x 2,5 m pada jembatan.

➤ **Perhitungan Level of Service (LOS)**

Analisis LOS dimaksudkan untuk mengetahui tingkat pelayanan jembatan penyebrangan akses penumpang ke stasiun. Berdasarkan pada tabel 5.7 yaitu jumlah penumpang naik dan turun kemudian dihitung Level of Service. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.17 di bawah ini :

Tabel 5.17 Level of Service

Tahun	Penumpang		Jumlah Penyebrang (orang/jam)	Jumlah Penyebrang per arah	Jumlah Penyebrang (orang/menit)	Lebar Jembatan (m)	V (ped/min/ m)	LOS
	Naik	Turun						
2016	269	354	623	312	5	3	1.7	A
2026	341	446	787	394	7	3	2.2	A

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari data yang ada, analisis yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan survey naik turun penumpang dan survey keluar masuk pusat kegiatan yang dilakukan pada ruas Jalan Merdeka pada tahun 2016 didapatkan jumlah penumpang naik rencana di stasiun pemberhentian monorel sebesar 269 penumpang/jam, sedangkan jumlah penumpang turun sebesar 354 penumpang/jam.
2. Luas peron yang diperlukan untuk umur rencana 10 tahun mendatang setelah analisa yaitu sebesar 131,67 m² dengan lebar 2,63 m dan panjang 50,11 m sesuai dengan monorel yang digunakan yaitu *Bombardier Monorail* dengan kapasitas 358 penumpang. Loket penjualan tiket diletakkan berbeda elevasi peron, dengan sistem antrian FIFO (*First In First Out*). Akses penumpang ke stasiun menggunakan jembatan penyebrangan orang dengan lebar 3 m.

6.2 Saran

Dari hasil perencanaan stasiun selama umur rencana 10 tahun, diharapkan pada akhir umur rencana 10 tahun dilakukan evaluasi ulang untuk mengetahui apakah dimensi dari stasiun masih mampu menampung kapasitas dan memberikan tingkat pelayanan yang baik dari jumlah penumpang naik dan turun pada lokasi Jalan Merdeka. Hal ini dikarebakan pertumbuhan demand monorel dari tahun ke tahun selalu naik sehingga nantinya tingkat pelayanan dari stasiun akan menurun.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- ___, 2010. **Bombardier Specification** <URL : <http://www.bombardier.com/en/home.html> >
- ___, 2014. **Hitachi rail Specification** <URL : <http://www.hitachi-rail.com/> >
- ___, 2012. **Intamin Transportation Specification** <URL : <http://www.intaminworldwide.com/> >
- ___, 2010. **Metrail Specification** <URL : <http://www.metrail.com/> >
- ___, 2010. **Scomi Sutra Specification** <URL : www.monorails.org/pdfs/ScomiSutra >
- Bastiar, Chairul. 2013. **Perencanaan Stasiun Pemberhentian Monorel Koridor Timur – Barat Surabaya** . Tugas Akhir ITS Surabaya.
- Carmen Hass klau., 2009. **Bus Vs Tram Comparison**, <URL: <http://www.uitp-bhls.eu/-BRT-BHLS-versus-tram-comparison-/> >
- Departemen Pekerjaan Umum, 1995, **Tata Cara Perencanaan Fasilitas Pejalan kaki Di Kawasan Perkotaan**, Republik Indonesia, Direktorat Jendral Bina Marga.
- Departemen Perhubungan, 1996, **Pedoman Teknis Perekayasa Tempat Perhentian Kendaraan Penumpang Umum**, Republik Indonesia, Direktorat Jendral Perhubungan Darat.
- Morlock, E.K. 2000 **Pengantar Teknik dan Perencanaan**. Erlangga, Jakarta.

Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 29 Tahun 2011
Tentang **Persyaratan Teknis Bangunan Stasiun
Kereta Api.**

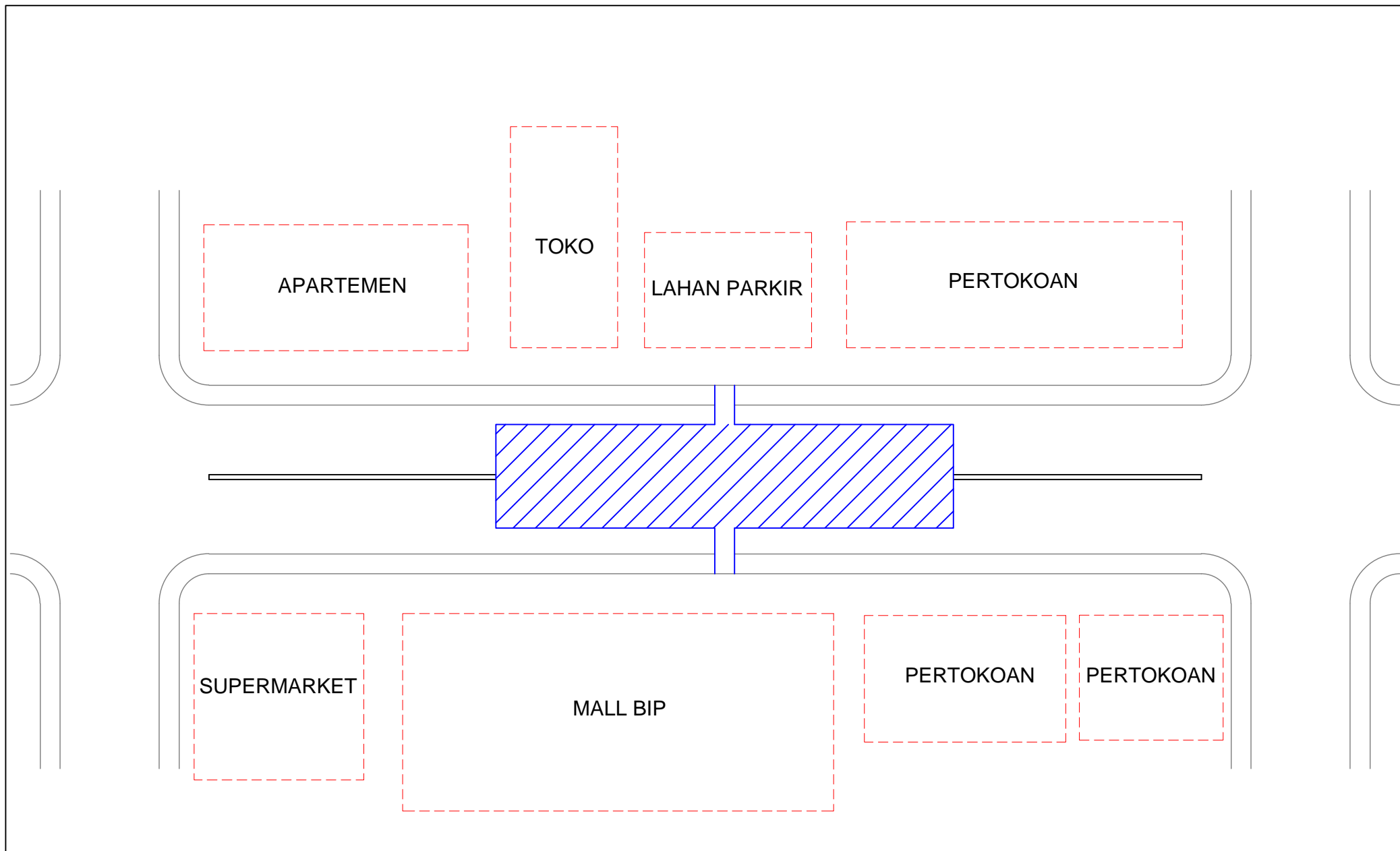
Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 37 Tahun 2014
Tentang **Standar Spesifikasi Teknis Sarana Kereta
Api Monorel.**

Tamin, O.Z (2008) **Perencanaan, Pemodelan dan Rekayasa
Transportasi.** ITB, Bandung

Transportation Research Board, National Research
Council, 2000. **Highway Capacity Manual.**
Washington DC

Umar, Husein. 2003 **Metode Riset Perilaku Organisasi.**
Gramedia, Jakarta.

Vuchic, Vukan R. **Urban Public Transportation.** 1987.
University of Pennsylvania.



PROGRAM STUDI S-1 LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN STASIUN
PEMBERHENTIAN MONOREL
KORIDOR 1 PADA RUAS JALAN
MERDEKA
KOTA BANDUNG

NAMA GAMBAR

PLAN LAYOUT

DOSEN PEMBIMBING

Ir. WAHJU HERIJANTO, MT.

NAMA MAHASISWA

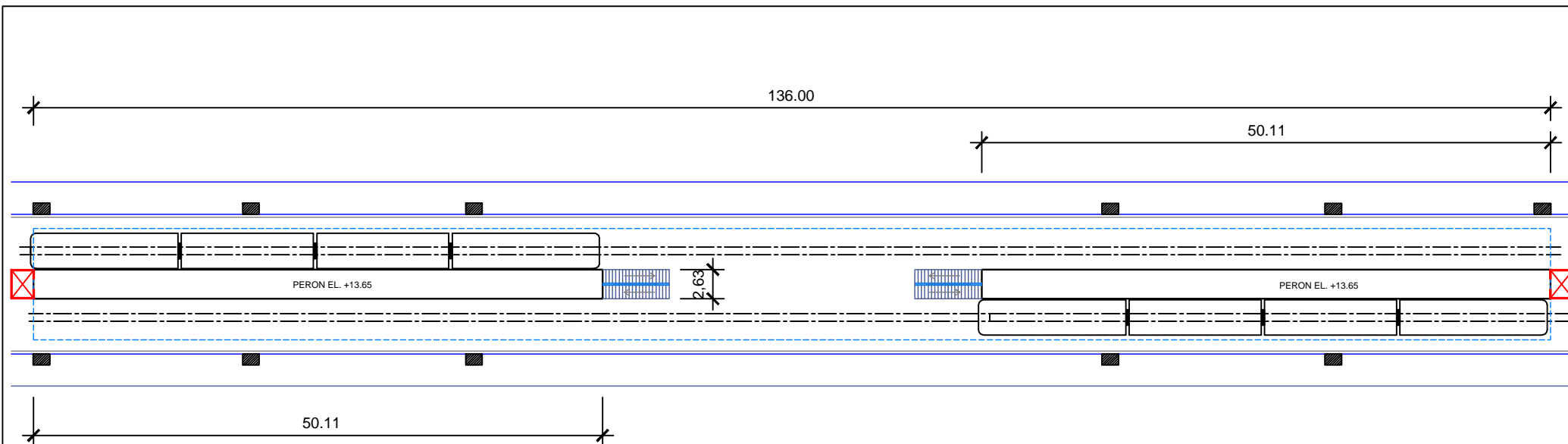
ANGGIT LESTARI PUTRI
3114106040

NO GAMBAR

1

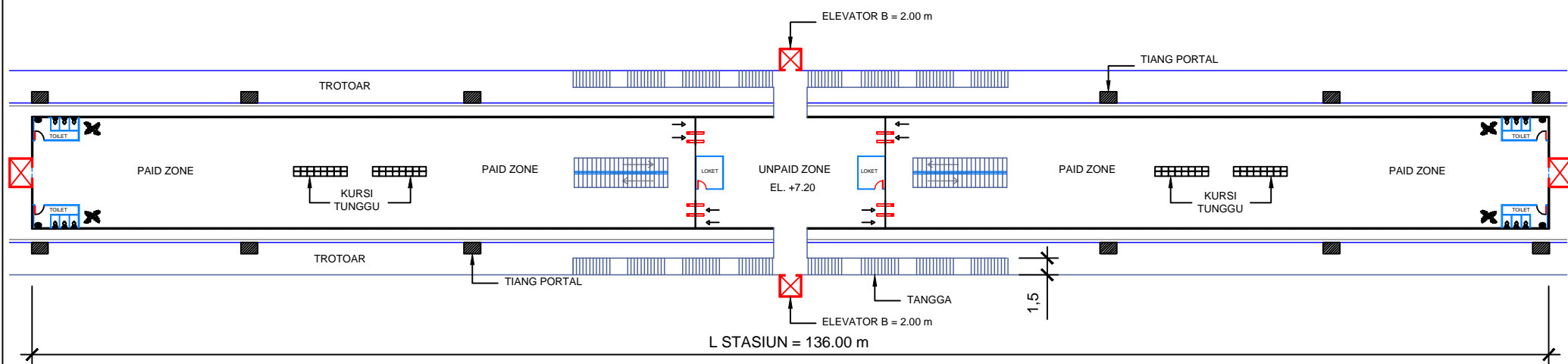
JUMLAH

6



DENAH PERON EL. +13.65

SKALA 1:100



DENAH STASIUN EL. +7.20

SKALA 1:100



PROGRAM STUDI S-1 LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN STASIUN
PEMBERHENTIAN MONOREL
KORIDOR 1 PADA RUAS JALAN
MERDEKA
KOTA BANDUNG

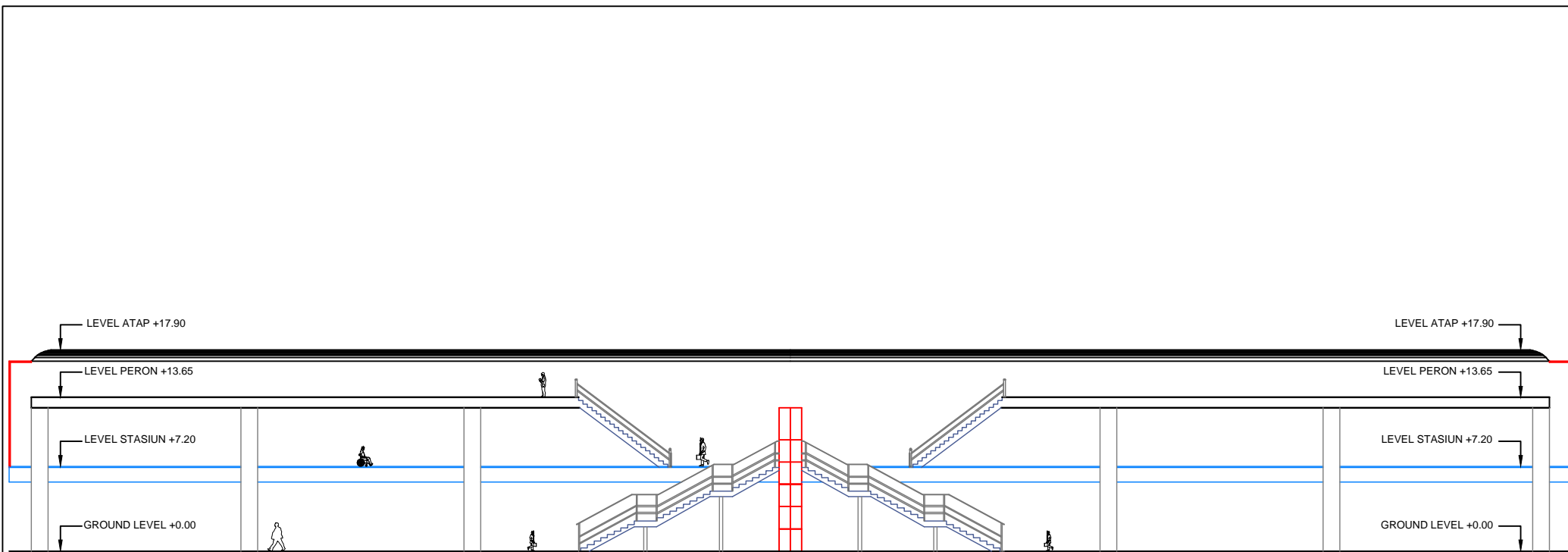
NAMA GAMBAR
DENAH STASIUN
& DENAH PERON

DOSEN PEMBIMBING
Ir. WAHJU HERIJANTO, MT.

NAMA MAHASISWA
ANGGIT LESTARI PUTRI
3114106040

NO GAMBAR
3

JUMLAH
6



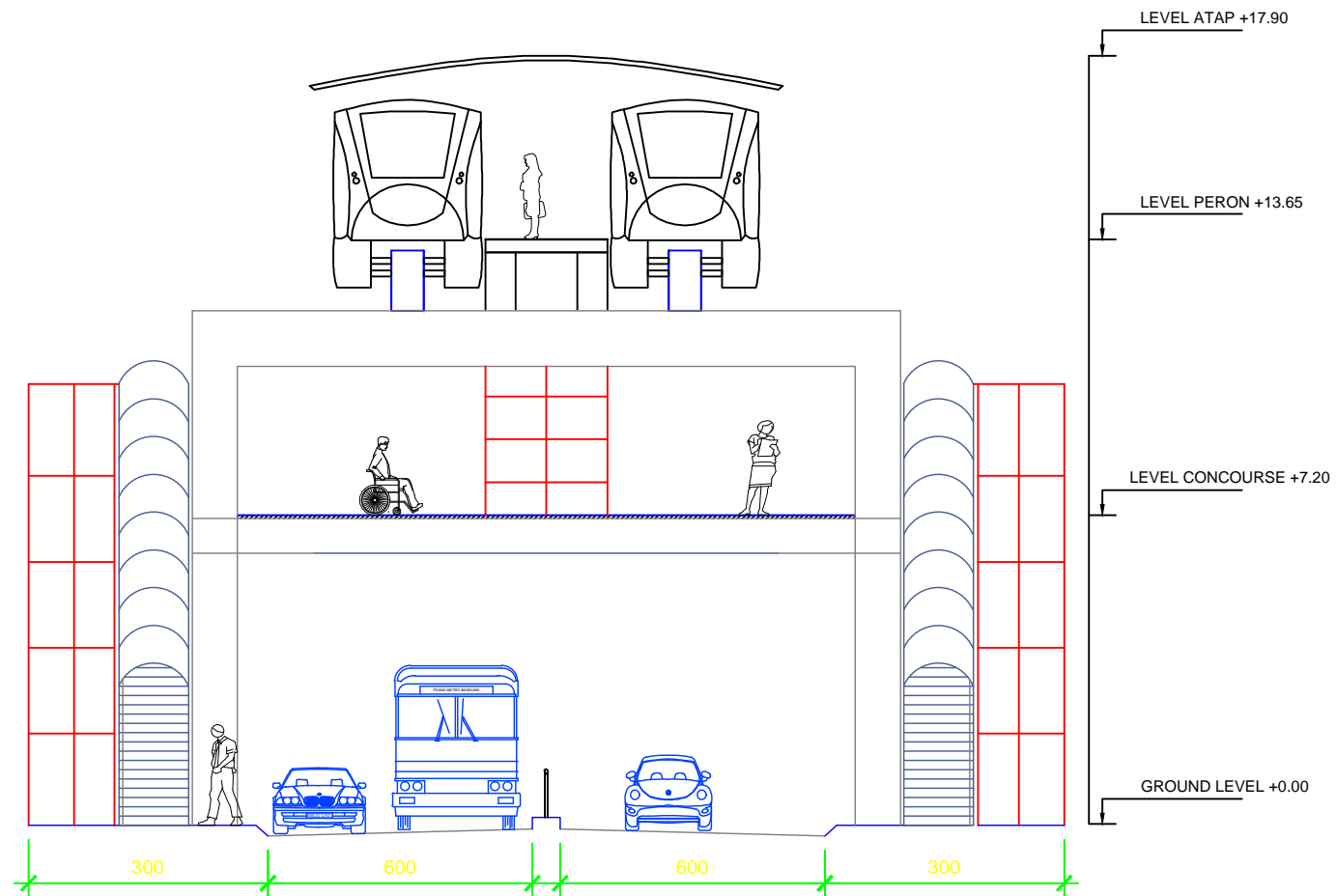
POTONGAN MEMANJANG

SKALA 1:100



PROGRAM STUDI S-1 LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR	NAMA GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	NO GAMBAR	JUMLAH
PERENCANAAN STASIUN PEMBERHENTIAN MONOREL KORIDOR 1 PADA RUAS JALAN MERDEKA KOTA BANDUNG	POT. MEMANJANG	Ir. WAHJU HERIJANTO, MT.	ANGGIT LESTARI PUTRI 3114106040	4	6



POTONGAN MELINTANG

SKALA 1:50



PROGRAM STUDI S-1 LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN STASIUN
PEMBERHENTIAN MONOREL
KORIDOR 1 PADA RUAS JALAN
MERDEKA
KOTA BANDUNG

NAMA GAMBAR

POT. MELINTANG

DOSEN PEMBIMBING

Ir. WAHJU HERIJANTO, MT.

NAMA MAHASISWA

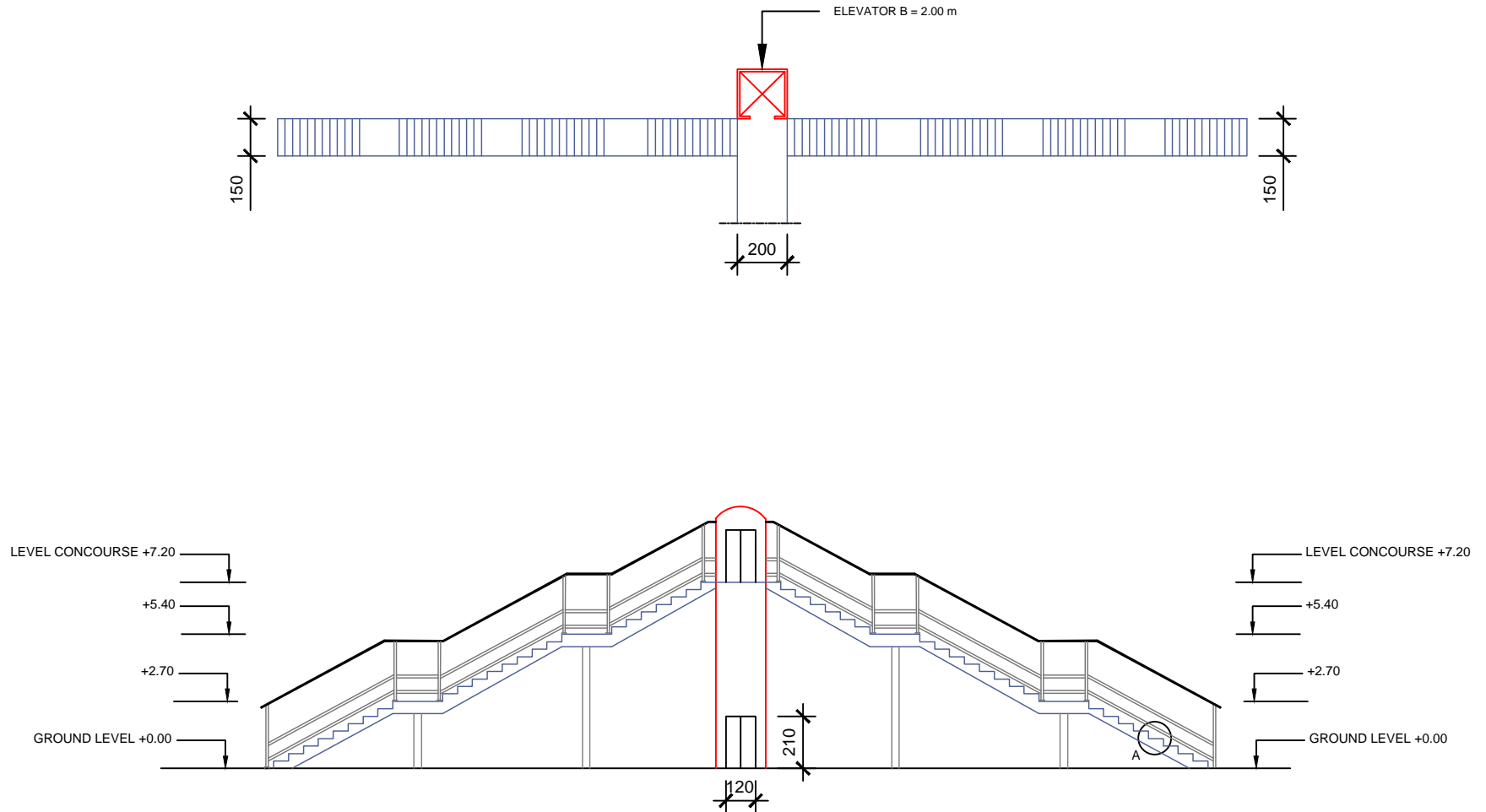
ANGGIT LESTARI PUTRI
3114106040

NO GAMBAR

5

JUMLAH

6



DETAIL A



PROGRAM STUDI S-1 LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN STASIUN
PEMBERHENTIAN MONOREL
KORIDOR 1 PADA RUAS JALAN
MERDEKA
KOTA BANDUNG

NAMA GAMBAR
TANGGA

DOSEN PEMBIMBING
Ir. WAHJU HERIJANTO, MT.

NAMA MAHASISWA
ANGGIT LESTARI PUTRI
3114106040

NO GAMBAR
6

JUMLAH
6

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Bandung, 29 April 1993, merupakan anak pertama dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Mandiri Bandung, SD Soka 34 Bandung, SMPN 5 Bandung, SMAN 2 Bandung, dan D3 Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung. Penulis diterima di Program Studi S1 Lintas Jalur, Jurusan Teknik Sipil FTSP – ITS pada tahun 2015 dan terdaftar

dengan NRP 3114106040.

Di Jurusan Teknik Sipil ini Penulis mengambil Bidang Studi Transportasi.